



Krajowa Sieć  
 Obszarów Wiejskich



*„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich:  
Europa inwestująca w obszary wiejskie.”*

*Projekt opracowany przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi  
Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Pomocy  
Technicznej. Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013  
Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata  
2007-2013 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi*

**Projekt „Wpływ procesu wędzenia na bezpieczeństwo żywności”**

## **PORADNIK DOBREGO WĘDZENIA**

**RADOM 2014**

**CENTRUM DORADZTWA ROLNICZEGO W BRWINOWIE**  
**ODDZIAŁ W RADOMIU**

26-600 Radom, ul. Chorzowska 16/18

e-mail: radom@cdr.gov.pl

**Autorzy:**

**Prof. dr hab. Zbigniew Dolatowski** – Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością.

**Alicja Niewiadowska, Tomasz Kiljanek, Milena Borzęcka, Stanisław Semeniuk, Jan Żmudzki** - Zakład Farmakologii i Toksykologii, Krajowe Laboratorium Referencyjne ds. WWA w żywności zwierzęcego pochodzenia, Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy, Puławy.

**Projekt okładki:**

Danuta Guellard, CDR O/Radom

@ Copyright by Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi

ISBN 978-83-63411-29-9

Druk: Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie O/Radom

ul. Chorzowska 16/18, tel. 48 365 69 00

Nakład: 2000 egz.

## Spis treści

1. Wprowadzenie .....	4
2. Charakterystyka dymu i jego wytwarzania .....	6
3. Charakterystyka składników chemicznych drewna .....	9
4. Metody wytwarzania dymu .....	10
5. Skład chemiczny dymu .....	14
6. Właściwości dymu wędzarniczego .....	16
7. Technologie i systemy wędzenia .....	20
8. Technologie wędzenia produktów tradycyjnych .....	26
9. Zmiany zachodzące podczas wędzenia .....	29
10. Wędzenie ryb .....	31
11. Wędzenie a zdrowie .....	34
12. Urządzenia wędzarnicze .....	36
13. Komory wędzarniczo parzelnicze – większe zakłady przetwórcze .....	40
14. Postęp techniczno-technologiczny w budowie komór wędzarniczo-parzelniczych .....	44
15. Podsumowanie .....	46
16. Piśmiennictwo wykorzystane w przygotowaniu opracowania .....	48
17. Raport z badań nad występowaniem i zawartością wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w produktach pochodzenia zwierzęcego wędzonych tradycyjnie .....	49

# 1. Wprowadzenie

Ważnym problemem zdrowotnym żywności jest obecność wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), które przenikać mogą do niej ze wszystkich elementów biosfery. Związki te określane są, jako POPs (ang. Persistent organic pollutants) i charakteryzują się właściwościami kancerogennymi i mutagennymi. Poprzez kolejne ogniwa łańcucha pokarmowego przedostają się do pożywienia, stwarzając poważne zagrożenie dla zdrowia ludzi. Związki te mogą się również tworzyć w samej żywności (pierwotnej) podczas procesów jej przetwarzania (prażenia kawy, suszenia kakao, zbóż), termicznej obróbki (pieczenia) lub w trakcie jej utrwalania (wędzenia). Szczególnie wysokie stężenia WWA zostały oznaczone w produktach przygotowywanych nad otwartym ogniem (grill). Natomiast ich poziom w żywności przetworzonej (gotowanie, wędzenie, smażenie) zależy głównie od warunków i metod jej przygotowywania. Wędzenie jest specyficznym rodzajem obróbki termicznej, podczas której produkt żywnościowy poddawany jest oddziaływaniu ciepła oraz związków chemicznych zawartych w dymie wędzarniczym. Obok solenia i suszenia wędzenie uznaje się za jedną z najstarszych metod utrwalania żywności pochodzenia zwierzęcego, głównie mięsa i ryb. Intensywny rozwój innych technik utrwalania, takich jak: chłodzenie, zamrażanie, liofilizacja, sterylizacja sprawił, że wędzenie przestało odgrywać istotną rolę w przedłużaniu trwałości a stało się procesem kształtującym specyficzny profil smakowo-zapachowy oraz barwę wyrobów mięsnych.

Obok konserwującego działania związków chemicznych dym posiada również właściwości aromatyzowania mięsa i jego przetworów, nadaje złocistobrazową barwę i powoduje utwardzenie przylegających do osłonki wędlin łańcuchów polipeptydowych (proces powstawania „wtórnej skórki”). Działanie dymu wędzarniczego opóźnia także procesy oksydacji substancji, a szczególnie autooksydacji tłuszczów wchodzących w skład farszu produktu. Niektóre ze składników dymu posiadają właściwości hamujące rozwój i namnażanie mikroorganizmów, co pozwala na przedłużenie okresu trwałości (przy zachowaniu zasady niezbyt długiego oddziaływania dymu na wędzony produkt). Zadaniem wędzenia jest nadanie typowego aromatu, zabarwienia i utrwaleniu, głównie powierzchni produktów, poprzez obsuszenie i działanie zawartych w dymie substancji bakteriobójczych i bakteriostatycznych.

Podczas wędzenia następuje zmniejszenie zawartości wody w produkcie, a także wiele zmian chemicznych i fizykochemicznych. Działanie czynników fizycznych polega głównie na obsuszeniu, a działanie czynników chemicznych polega na przenikaniu do wnętrza produktu związków chemicznych zawartych w dymie i specyficznym oddziaływaniu składników dymu na produkt poddawany wędzeniu. Wyroby mięsne, drobiowe i rybne są poddawane wędzeniu trwającemu od kilku minut aż do paru tygodni (zależnie od temperatury i składu dymu oraz charakteru wędzonego produktu). Nowe rozwiązania w zakresie budowy generatorów do wytwarzania dymu, komór wędzarniczych z oprzyrządowaniem, zapewniają regulację temperatury, wilgotności, gęstości dymu, spowodowały, że wędzenie żywności stało się nowoczesną technologią opartą na naukowych zasadach sterowania jakością i bezpieczeństwem zdrowotnym produktu. W rozwoju technologii wędzenia niezwykle ważną stała się troska o jakość zdrowotną produktów, szczególnie pod względem maksymalnego zmniejszenia zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA). Dlatego, oprócz techniki wytwarzania dymu, dużo uwagi poświęca się również doborowi i przygotowaniu materiału drzewnego do wędzenia. Zrębki produkowane przez niektóre firmy charakteryzują się nie tylko odpowiednią granulacją, wilgotnością, lecz również odpowiednio dobranymi gatunkami drewna.

## 2. Charakterystyka dymu i jego wytwarzania

### Drewno wędzarnicze

Do wędzenia używa się drewna z drzew liściastych tłącego się, bez kory, najczęściej bukowego, grabu, wiązu, dębu, olchy, akacji, śliwy, jabłoni, gruszy i klonu. Rodzaj użytego drewna ma wpływ na kolor i aromat produktu, szczególnie uwędzonej ryby. Drewna z drzew iglastych nie stosuje się do procesu wędzenia. Wyjątek stanowi jałowiec, który jednak należy stosować z umiarem. Drewnem rozpala się ognisko, trociny natomiast służą do zagęszczania dymu. Stosowanie do wędzenia drewna z drzew liściastych, a szczególnie olchy, ma w Polsce kilkunieczną tradycję. Obecnie, w związku z rozwojem techniki wędzarniczej, oprócz drewna w kawałkach, stosuje się jego pochodne – zrębki wędzarnicze (grube wióry) oraz trociny. W celu nadania produktom specyficznego smaku i aromatu dodaje się podczas wędzenia jałowca w formie jagód, chrustu czy innego gatunku drewna. Rodzaj użytego podczas wędzenia drewna wpływa na barwę i cechy sensoryczne produktu. Stosując odpowiednie drewna można uzyskać różne walory smakowe i zapachowe:

- Jabłoń - bardzo łagodny dym z subtelnym owocowym posmakiem lekko słodki, można stosować do wędzenia drobiu, barwi skórkę drobiu na kolor ciemno brązowy;
- Wiśnia - podobne walory smakowe dymu do dymu jabłoni ale jest lekko gorzki, można stosować do wędzenia drobiu, barwi skórkę na kolor ciemno brązowy;
- Klon cukrowy - dym nadaje wędzonom łagodny i lekko słodki smak, oraz złocistożółty kolor, stosować do wędzenia ryb i wołowiny;
- Jesion - szybko się pali i opieka potrawy, ostry z lekkim wyróżniającym go smakiem, nadaje wędzonom złocistożółtą barwę, świetny do dziczyzny,
- Winorośl - dostarcza dużo dymu, każdy gatunek innego, wszystkie rodzaje posiadają jednak generalnie bogaty i głęboki smak owocowy, polecana szczególnie do wędzenia ryb i drobiu;
- Akacja - uzyskujemy cytrynowy kolor wędzenia, szczególnie polecana do wędzenia drobiu oraz wieprzowiny;
- Bez - dym bardzo lekki, łagodny, subtelny z odrobiną zapachu (smaku) kwiatowego, polecany do wędzenia owoców morza i baraniny;
- Dąb czerwony - jedno z najszybciej palącego się drewna, wyczuwalny

smak miodu, oraz posmak ziemisty z odrobiną goryczki, daje barwę brązową.

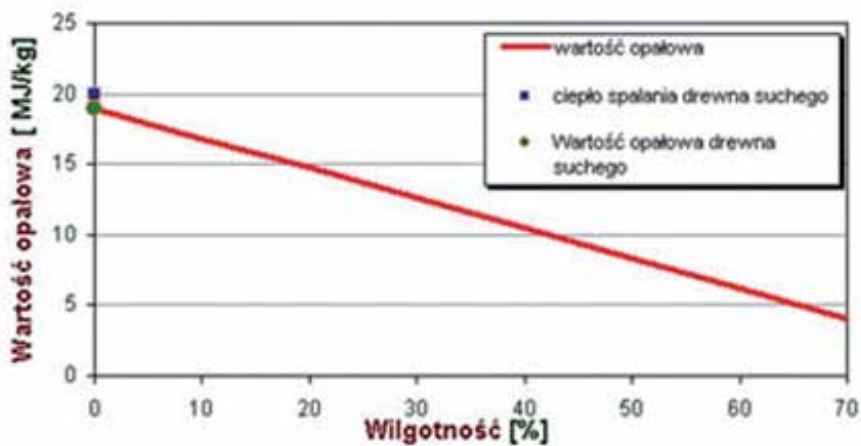
- Dąb biały - jest nieco łagodniejszy, nadaje potrawom zabarwienie ciemnożółte, polecany do wędzenia wołowiny, ryb i drobiu;
- Buk - nadaje potrawom wędzonym zabarwienie złocistożółte, zalecany szczególnie do wędzenia wieprzowiny oraz ryb;
- Grusza - paląc drewnem gruszy, uzyskamy w czasie wędzenia barwę czerwonego wina, wędzić przede wszystkim drób;
- Olcha - najczęściej stosowane drewno w Polsce do wędzenia, uzyskuje się ciemnożółty kolor, przechodzący w brąz, polecany do wędzenia wszystkich mięs i ryb;
- Orzech - uzyskujemy ciemnożółte zabarwienie mięs, oraz specyficzny aromat potraw, do wędzenia drobiu i ryb;
- Zioła i przyprawy - podczas wędzenia, szczególnie w końcowej jego fazie, można dodać startego czosnku, papryki, cebuli, pieprzu, tymianku bezpośrednio do paleniska, co spowoduje powstanie dużej ilości aromatycznego dymu i nada potrawom specyficznego zapachu i smaku.

Do wędzenia nie stosuje się natomiast drewna z drzew iglastych z uwagi na zawartość w nim dużych ilości związków żywicznych, które wpływają na gorzkawy smak wędzonek, ich nieprzyjemny zapach, oraz z powodu dużych ilości sadzy powstających podczas procesu palenia. Bardzo istotną rolę odgrywa również jakość i wilgotność drewna oraz jego pochodnych. Dopuszczalna wilgotność nie powinna przekraczać 25%. To powoduje, że drewno, zrębki i trociny powinny być przechowywane w pomieszczeniach zadaszonych, chronione przed wilgocią (trociny i zrębki muszą być co jakiś czas przetrucane na pryzmach, aby powietrze mogło wnikać w głąb pryzm). Drewno suche powoduje korzystniejsze efekty wędzenia, szczególnie zmniejsza ilość tworzących się WWA, ponieważ wzrost energetyczności drewna zmniejsza jego zużycie, oraz zmieniają się warunki żarzenia.

Tab.1 Przeciętny skład chemiczny drewna (%)

SKŁADNIKI	DREWNO	
	IGLASTE	LIŚCIASTE
CELULOZA	55 %	45 %
LIGNINA	30 %	25 %
HEMICELULOZY	10 %	20 %
ŻYWICE, GUMY	4,5 %	9,5 %
ZWIĄZKI MINERALNE	0,5 %	0,5 %

### Ciepło spalania i wartość opałowa





### **3. Charakterystyka składników chemicznych drewna**

Celuloza, czyli „błonnik”, jest podstawowym składnikiem ściany komórkowej. Jest to wielocukier o budowie krystalicznej. Cząsteczki celulozy łączą się w długie łańcuchy, które układają się w równoległe rzędy, tworząc wydłużone włókienka, z których zbudowany jest szkielet ściany komórkowej. W wolnych przestrzeniach gromadzi się lignina, woda, inne substancje. Celuloza nie rozpuszcza się w wodzie ani w alkoholu, można ją wydzielić ze ściany komórkowej przez działanie kwasów. Służy ona do wyrobu papieru, włókien sztucznych. W procesie pirolizy celuloza rozkłada się o wiele szybciej niż lignina.

Lignina stanowi lepsze szkieletu ściany komórkowej, wiążąc się z celulozą mechanicznie i chemicznie. Powoduje ona drewnienie ścian komórkowych, dzięki czemu stają się one bardziej twarde i sztywne. Produkty rozkładu ligniny są odpowiedzialne za cechy barwne, smakowo-zapachowe i przeciwutleniające dymu wędzarniczego. Lignina jest najtrudniej termodegradowalnym składnikiem drewna. Przy suchej destylacji drewna uzyskuje się z ligniny spirytus drzewny.

Hemicelulozy to specyficzny wielocukier, wchodzi w skład szkieletu ściany komórkowej. Hemicelulozę zalicza się do najłatwiej termodegradowalnych składników drewna. Rozkład pentozanów hemicelulozy następuje już w temperaturze 230-260°C i generuje dym jasnobrazowy, natomiast rozkład heksozanów w temp. 270-280°C generuje dym jasnoczerwony.

Kora drzew znacznie różni się od drewna nie tylko budową anatomiczną, lecz również składem chemicznym oraz właściwościami fizycznymi i mechanicznymi. Budowa strukturalna kory powoduje, że w przypadku większości gatunków drzew jest ona krucha i łamliwa, natomiast niektóre gatunki, jak chociażby wierzba czy grochodrzew, mają korę włóknistą. Głównymi składnikami chemicznymi kory są lignina, substancje węglowodanowe oraz charakterystyczna dla kory suberyna. Kory nie wykorzystujemy do wytwarzania dymu.

## 4. Metody wytwarzania dymu

W zależności od dostępu tlenu atmosferycznego, termiczny rozkład drewna jest określany, jako: palenie się (w pełnym dostępie tlenu atmosferycznego), termoliza (w warunkach beztlenowych), piroliza (przy ograniczonym dostępie tlenu atmosferycznego). Termiczny rozkład drewna przy nieograniczonym dostępie tlenu atmosferycznego objawia się paleniem z widocznym świeceniem płomienia. Drewno w postaci elementów wielkowymiarowych pali się powoli, w postaci zrębków - bardzo szybko. Temperatura płonącej mieszaniny wzrasta od temperatury zapłonu (300-350°C) do 800 a nawet 1100°C, przy czym końcowymi produktami spalania są CO<sub>2</sub>, para wodna i popiół w ilości ok. 1%. Produkty powstające podczas palenia się drewna płomieniem „otwartym” praktycznie nie zawierają dużych ilości składników wędzarniczych i nie są wartościowe dla procesu wędzenia, natomiast występuje dużo WWA.

Dym wędzarniczy można uzyskać z palenisk z drewnem oraz z żarzenia drewna w palenisku lub w dymogeneratorach ciernych lub żarowych. Parametry określające dym wędzarniczy to: wilgotność, gęstość, skład chemiczny i temperatura. Stosując różne metody i parametry otrzymywania dymu możemy regulować jego skład chemiczny, w wyniku czego uzyskujemy produkt o określonych cechach organoleptycznych. Skład chemiczny dymu jest uzależniony od warunków i techniki jego otrzymywania. Obecnie znanych jest wiele metod wywołania pirolizy drewna, niezbędnej dla procesu wędzenia. Do wytwarzania dymu wędzarniczego stosowane jest przede wszystkim drewno z drzew liściastych, twarde. Aby uzyskać pożądane cechy organoleptyczne niektórych wyrobów (pewne gatunki wędlin trwałych), wykorzystuje się także dym z drewna drzew iglastych (np. jałowca). W zależności od metody wytwarzania otrzymuje się dym o różnych właściwościach i tym samym różnej przydatności technologicznej.

Tab. 2. Metody wytwarzania dymu wędzarniczego

Metoda	Temperatura wytwarzania	Właściwości dymu
Żarowa (płomieniowa) tradycyjna	400-800 °C	Suchy, gęsty
Cierna (bezpłomieniowa)	300-500 °C	Suchy, gęsty

Parą wodną (bezpłomieniowa)	300-400°C	Wilgotny, gęsty
Fluidyzacyjna (bezpłomieniowa)	300-400 °C	Suchy, gęsty
Dwustopniowa (bezpłomieniowa)	300-400°C	Suchy, gęsty
Wytlewaniem (bezpłomieniowa)	300-400 °C	Suchy, gęsty

Metody wytwarzania dymu: żarowa, cierna, fluidyzacyjna i z parą wodną, są powszechnie znane, natomiast piroliza zrębków lub sprasowanych trocin w dość ścisły blok w trakcie tzw. wytlewania nie jest zbyt popularna. Temperatura wytwarzania dymu należy do najważniejszych czynników wpływających na proces wędzenia i skład chemiczny dymu. Proces wytwarzania dymu składa się z dwóch etapów: termicznego rozkładu drewna i utleniania lotnych produktów tego procesu. W zależności od temperatury w strefie rozkładu drewna można wyróżnić następujące fazy jego rozkładu:

- do temp. około 170°C intensywnie wydziela się woda (dym jasny);
- 210 do 260°C rozkład ligniny (dym jasnobrazowy);
- około 300 do 425°C następuje intensywny rozkład celulozy i hemiceluloz (dym jasnoczerwony);
- od 350° do 450°C występuje druga faza rozkładu ligniny (dym bezbarwny).

Maksymalne stężenie pożądaných związków gazowych w dymie występuje w trzech zakresach temperatury spalania drewna - pierwszy: 200-300°C i odpowiada hemicelulozie; drugi: 300-425°C, odpowiada celulozie oraz trzeci: powyżej 425°C i odpowiada ligninie. Świadczy to o tym, że w celu otrzymania dużego stężenia związków fenolowych w dymie niezbędne jest doprowadzenie temperatury pirolizy do drugiego maksimum zamiany ligniny na lotne produkty jej termicznego rozkładu. Nie należy jednak podczas wędzenia przekroczyć temperatury krytycznej (ok. 450°C), w której powstają wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), składające się co najmniej z kilkadziesiątu różnych związków chemicznych, z czego 16 w tym benzo[a]piren i benzo[a]antracen są uznane za najbardziej toksyczne. Wykrywalne ilości WWA (2-4 pierścieniowe) obserwuje się już w temperaturze palenia i utleniania powyżej 400°C, jednak benzon[a]piren pojawia się wyraźnie dopiero w temperaturze powyżej 500°C, a optimum

jego powstawania mieści się w zakresie temp. 800-900°C. Produkt wędzony w dymie powstałym w zbyt wysokiej temperaturze jest więc nie tylko niebezpieczny dla zdrowia, ale także mało aromatyczny. Ilość substancji lotnych wydzielających się z drewna w temperaturze wyższej niż 500°C pirolizy drewna jest znikoma, natomiast wytwarza się dużo toksycznych substancji głównie WWA. Maksymalna temperatura pirolizy drewna nie powinna więc przekraczać 425-450°C. Można to regulować dopływem powietrza do strefy żarzenia. Dym otrzymany przy małym dopływie powietrza zawiera mniej WWA, niż dym otrzymany przy pełnym, otwartym dopływie powietrza. Z kolei w zbyt niskiej temperaturze pirolizy powstaje dym zawierający dużo kwasów, natomiast mało związków fenolowych. Produkty wędzone w takim dymie charakteryzują się pogorzelistym, kwaskowatym zapachem i luźną, a nawet pastowatą teksturą mięsa.

W procesie pirolizy drewna w temp. 200-450°C ilość powstałych substancji lotnych może dochodzić nawet do 80% wszystkich substancji rozkładu drewna. Produktami pirolizy drewna są: węgiel drzewny, gaz drzewny (zawierający dwutlenek węgla, tlenek węgla, metan i wodór), destylat wodny (zawierający kwas octowy, metanol i aceton) oraz smoła drzewna (złożona z homologów fenolu, krezolu, gwajakolu, terpentyny i innych substancji). Skład chemiczny dymu wytwarzanego różnymi metodami zależy od bardzo wielu zmiennych, a do najważniejszych należą: rodzaj i gatunek drewna, wilgotność drewna oraz temperatura wytwarzania dymu.

Większości wad wynikających ze szkodliwego wpływu składników dymu wędzarniczego na zdrowie człowieka pozbawione są preparaty dymu wędzarniczego, które stanowią alternatywę dla wędzenia metodami pirolizy drewna. Wytwarzanie ich opiera się na skropleniu składników dymu i następującej po tym etapie selektywnej obróbce, w czasie której pewne grupy związków nieistotnych w procesie wędzenia zostają w różnym stopniu usunięte. Eliminuje się w ten sposób również wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA).

Wyróżnia się dwie zasadnicze grupy preparatów dymu wędzarniczego:

- preparaty barwiące;
- preparaty aromatyzujące.

Preparaty barwiące i aromatyzujące można stosować poprzez rozpylanie w komorach wędzarniczych, bądź przez zraszanie lub zanurzanie w nich produktów. W przypadku rozpylania dobry efekt wędzenia jest uzależniony

od równomiernego osuszania i nagrzania powierzchni wędliny. Wersje preparatów wędzarniczych przeznaczone do zraszania lub zanurzania zawierają zazwyczaj zagęstnik, który umożliwia utworzenie i utrzymanie na powierzchni wędlin cienkiej warstewki (filmu) preparatu. Preparaty dymu wędzarniczego, w przeciwieństwie do naturalnego dymu, zawierają mniej lotnych i nietrwałych składników, przez co ich właściwości aromatyzujące w stosunku do właściwości barwiących są znacznie wzmocnione i dość trwałe podczas przechowywania.

Zalety stosowania preparatu dymu wędzarniczego to:

- skrócenie procesu wędzenia (o ok. 40%);
- obniżenie ubytków wagowych wędzonych produktów;
- standaryzacja produktu;
- sterowania procesem wędzenia (kontrola dozowania);
- znaczne ograniczenie zanieczyszczenia środowiska powodowanego przez dym wędzarniczy,

## 5. Skład chemiczny dymu

Dym wędzarniczy jest produktem niecałkowitego spalania drewna i jego pochodnych. Stanowi złożony, wieloskładnikowy zespół substancji gazowych, par i cząsteczek stałych (sadza). Ilość dymu oraz rodzaj związków chemicznych w nim zawartych, są uzależnione od rodzaju czynnika dymotwórczego, oraz warunków jego spalania. Dym wędzarniczy można rozpatrywać jako układ (roztwór) koloidalny (aerozol), który powstaje w wyniku wymieszania się z powietrzem gazowych, ciekłych i stałych (o stosunkowo dużym rozdrobnieniu -  $0,15\ \mu\text{m}$ ) produktów częściowego spalania drewna (pirolizy). Po-wietrze i składniki gazowe stanowią fazę rozpraszającą układu. W fazie tej znajduje się ok. 10% składników dymu. Pozostała część składników jest zawieszona w postaci małych kuleczek w fazie gazowej, która stanowi fazę rozproszoną dymu. Pomiedzy obiema fazami układu koloidalnego panuje równowaga w zależności od temperatury i rozcieńczenia. Wzrost temperatury powoduje wyparowanie z fazy płynnej do fazy gazowej pewnych ilości substancji organicznych i odwrotnie, podczas schładzania następuje kondensacja części substancji z fazy gazowej do fazy płynnej. Dym jako koloid posiada właściwości charakterystyczne dla tego typu układów. Można zatem zaobserwować w nim powstawanie zjawiska Tyndalla, sedymentację i inne właściwości fizyczne.

Cząsteczki dymu znajdują się w ciągłym ruchu pod wpływem sił dyfuzyjnych (ruchy Browna), grawitacyjnych, termicznych, odśrodkowych, elektrostatycznych i akustycznych. Szczególnie dużą rolę odgrywają ruchy Browna, które są główną przyczyną koagulacji i osiadania cząstek dymu na powierzchni produktu. Natomiast tam, gdzie gorący dym spotyka się z zimną powierzchnią ścianek lub przewodu, cząstki dymu podlegają wpływom sił termicznych. W dymie wędzarniczym przypuszczalnie znajduje się blisko 10 000 różnych substancji z czego dotychczas zidentyfikowano ok. 600. Według powszechnie przyjętego i stosowanego podziału związków występujących w dymie rozróżnia się następujące grupy:

- kwasy karboksylowe (np. octowy, mrówkowy),
- związki karbonylowe (fenole i ich pochodne),
- związki obojętne (alkohole, estry i węglowodory).

Skład dymu wędzarniczego zależy od różnych czynników. Sam proces spalania regulowany jest wilgotnością drewna i dostępem tlenu oraz tempe-

raturą żarzenia bądź spalania drewna. Skład dymu otrzymanego z różnych gatunków drewna jest istotnie zróżnicowany. Dym z drewna drzew liściastych w porównaniu z dymem z drewna drzew iglastych zawiera więcej kwasów organicznych, furfuralu i dwuacetylu, przy czym zawartości fenoli dla obydwu rodzajów dymu jest prawie niezmienna. Dym z drewna drzew iglastych charakteryzuje znacznie większa ilość składników, przy czym największe różnice ilościowe występują wśród związków karbonylowych. Udział kwasów organicznych oraz związków ulegających reakcjom substytucji (podstawienia) i addycji (przyłączenia), jest większy w kondensacie pochodzącym z drzew iglastych (przy jednoczesnej mniejszej ilości substancji o charakterze smołowym) niż z drzew liściastych. Podczas procesu pirolizy drewna miękkiego (jodła, sosna, a nawet olcha) powstaje od 1,5 do 4,5-krotnie więcej wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych niż z drewna twardego. Różnice cech sensorycznych między dymami z różnego gatunku drewna wynikają najprawdopodobniej ze zróżnicowanego składu chemicznego ich ligniny i szybkości pirolizy. Charakterystycznymi elementami budowy ligniny drewna iglastego są pochodne gwajacylopropanu, natomiast ligniny drewna liściastego zawierają obok gwajacylopropanu -syringolilopropan. Dym uzyskany z drewna wilgotnego charakteryzuje zapach określany mianem pogorzelski, jego barwa jest ciemna, posiada także dużą zawartość sadzy i popiołu, więcej kwasów, nierównomiernie barwi powierzchnię produktu, jest niemiły w smaku. Wtórna oksydacja powstałych składników dymu w bardzo wysokiej temperaturze pogarsza jakość dymu, gdyż prowadzi do gwałtownego utlenienia się lotnych składników do tlenku i dwutlenku węgla oraz po-limeryzacji związków pirolizy, natomiast oksydacja dymu w niższej temp. (200-300°C) powoduje polepszenie jego jakości poprzez dopalanie grubszych cząstek, np. smoł i zwiększenie ilości cennych związków lotnych, głównie fenolowych. Przyjmuje się, że w strefie utleniania nie powinno się przekraczać temp. 325°C. W celu utrzymania dymu o dobrej jakości temperatura pirolizy drewna powinna się mieścić w granicach 350-450°C. Pożądana jest zatem niska wilgotność drewna w postaci polan, szczap czy zrębków.

Oprócz temperatury pirolizy, skład dymu wędzarniczego zależy także od:

- ilości dostarczanego tlenu (powietrza),
- składu chemicznego drewna,
- szybkości odprowadzania lotnych związków ze strefy spalania.

## 6. Właściwości dymu wędzarniczego

Liczne prace z zakresu badań wpływu wędzenia na właściwości produktów mięsnych wykazały, że mięso i jego przetwory poddane wędzeniu wykazują stosunkowo dużą oporność na procesy jęlczenia oksydacyjnego. Antyutleniające właściwości dymu są związane przede wszystkim z działaniem składników fazy rozproszonej, a tylko w niewielkim stopniu fazy rozpraszającej. Silne właściwości przeciwutleniające posiadają związki fenolowe, oraz nieliczne kwasy karboksylowe. Najsilniejszymi przeciwutleniaczami z grupy fenoli są metylopirokatechina, pirogalol, hydrochinon i jego homologi, gwajakol oraz fenole jednowodorotlenowe. Właściwości przeciwutleniające posiadają także kwas mrówkowy, benzoesowy, salicyłowy, wanilina i aldehydy syringowy. Dym posiada właściwości bakteriobójcze i bakteriostatyczne. Efekt wędzenia obniżający poziom drobnoustrojów względnie hamujących ich rozwój polega z jednej strony na mikrobiocydowym lub mikrobiostatycznym działaniu licznych składników dymu (np. formaldehydu, fenoli, gwajakolu, kwasu octowego i mrówkowego), z drugiej natomiast na towarzyszącym wędzeniu efekcie obsuszania i zmniejszania tym samym aktywności wody na powierzchni produktu i wreszcie na wpływie ogrzewania, które występuje podczas wędzenia ciepłego i gorącego. Najbardziej decydujące działanie antibakteryjne wykazuje formaldehyd, a przeciwpleśniowe - fenole. Spośród związków fenolowych najsilniejsze działanie wykazuje pochodne gwajakolu i dwumetylopirogalolu. Zawarte w dymie kwasy zmniejszają pH wędzonych wyrobów i dzięki temu wzmacniają konserwujące działanie innych składników dymu. Mikroorganizmy wykazują zróżnicowaną wrażliwość na działanie dymu. Można je uszeregować według ich wrażliwości na działanie dymu następująco: bakterie z rodziny Enterobacteriaceae (jako najbardziej wrażliwe), bakterie z rodzaju *Pseudomonas*, mikrokokki i streptokokki, drożdże, pleśnie i drobnoustroje przetrwalnikujące. Wędzenie nie zabezpiecza jednak przed wytwarzaniem toksyny przez *Clostridium botulinum*. Działanie bakteriobójcze składników dymu nie ustaje z chwilą zakończenia procesu wędzenia, ale utrzymuje się nadal w miarę wnikania jego składników w głąb wyrobu. Wędzenie działa mikrobiocydowo bądź mikrobiostatycznie tylko wtedy, gdy inne czynniki jak azotyn sodu, niska aktywność wody i temperatura wykazują współdziałanie synergiczne (tzw. teoria plotków, przeszkód).



Składniki kształtujące specyficzny bukiet smakowo-zapachowy nazywany aromatem wędzonym są lotne z parą wodną i w większości przypadków posiadają charakter związków karbonylowych, kwasów organicznych oraz fenoli. Spośród zidentyfikowanych fenoli, których obecność stwierdzono w produktach mięsnych poddanych wędzeniu, pewną rolę w tworzeniu zapachu mogą odgrywać takie związki, jak gwajakol i metylogwajakol i inne. Posiadają one trwałe charakterystyczny, ostry zapach. Pomimo różnych „odcieni” zapachowych, większość fenoli posiada gorzkawy, piekący smak, a niektóre ze złożonych fenoli - smak słodkawy. Fenole o wysokiej temperaturze wrzenia takie jak metylole estry pirogalolu i jego homologów, odgrywają według badaczy problemu drugorzędne znaczenie w powstawaniu zapachu produktów wędzonych.

Do głównych czynników aromatyzujących (nadających specyficzny zapach) dym wędzarniczy należą związki karbonylowe szczególnie takie jak aceton, wanilina, aldehyd syringowy. Jako związki uczestniczące w tworzeniu smakowości wędzonym wymienia się maltol, wanilinę i acetowanilinę. Aromat wyrobów wędzonych zależy od kompozycji i stężenia lotnych składników dymu, na przykład od stosowanych rodzajów drewna, a także od metody wytwarzania dymu, temperatury i czasu trwania wędzenia oraz składu wędzonego produktu. Proces tworzenia charakterystycznej żółtisto-żółtej, żółtobrunatnej do smolistej barwy wędzonych wyrobów można odczytać jako skutek zachodzenia następujących procesów:

- interakcji karbonylo - aminowej pomiędzy związkami karbonylowymi dymu i wolnymi grupami aminowymi białek oraz wolnymi aminokwasami (lizyna), która dominuje w produkcie i wywołuje reakcje brunatnienia między wysokocząsteczkowymi fenolami i białkami (reakcje Maillarda),
- odkładania się barwnych cząstek dymu (sadza, smołka) i barwnych produktów oksydacji i polimeryzacji składników dymu (fenole, aldehydy) na powierzchni produktu,
- utrwalenie barwy w kombinacji z dymem i kwasami.
- nieenzymatyczne reakcje brunatnienia prowadzą do powstania brunatnych barwników azotowych - melanoidyn. Najbardziej reaktywnymi związkami karbonylowymi są: glikosal, aldehyd kreatynowy, dwuhydroksyacetone, furfural. Znaczącą rolę obok związków karbonylowych pełnią składniki kwasowe dymu które działające hydrolitycznie na białka i zwiększające stężenie dostępnych do reakcji grup aminowych.

Na intensywność zabarwienia, oprócz składu i stężenia lotnych składników dymu, mają również wpływ takie czynniki jak: temperatura, względna wilgotność powietrza, czas trwania wędzenia oraz wilgotność produktu na powierzchni, która ze względu na konieczność uzyskania optymalnej barwy powinna być zmniejszona do 12-15proc. Podczas wędzenia na powierzchni kawałków mięsa tworzy się „powłoczka” podobna do skórki, która przyczynia się do zwiększenia trwałości produktu. Ponadto osłonki naturalne ulegają pewnemu utwardzeniu (garbowaniu), przez co podwyższa się ich wytrzymałość mechaniczna. Procesy te wyjaśnione są zmianami struktury białek reagujących z zawartym w dymie wędzarniczym formaldehydem, a więc tzw. kondensacją formaldehydowo-kolagenową. Należy jednak unikać zbytniego utwardzenia osłonki, ponieważ ma ona wtedy skłonności do pęknięcia. Temu niebezpieczeństwu zapobiegają związki o charakterze fenoli, wykazujące rodzaj zmiękczającego działania. Obok zjawiska powstawania „wtórnej skórki” na teksturę wędzonych wyrobów wywierają wpływ również inne czynniki jak:

- szybkość i wielkość wycieku termicznego tłuszczu galarety,
- autoliza i proteoliza, które jako czynniki zmiękczające przyczyniają się do wzrostu miękkości.

W zależności od pożądaných właściwości produktu końcowego przez konsumenta intensywność wędzenia żywności może być bardzo zróżnicowana. Produkty o niewielkim aromacie dymu i ograniczonej trwałości wymagają innych parametrów procesu wędzenia niż produkty, w przypadku których aromat dymu typowy dla danego asortymentu jest wyróżnikiem pierwszoplanowym. Na intensywność osadzania się dymu na produkcie wpływają następujące parametry:

- temperatura i wilgotność powietrza podczas obróbki,
- czas trwania obróbki,
- stężenie dymu w komorze,
- wielkość batonów wędlin,
- właściwości osłonki (osłonka sztuczna, jelito naturalne),
- odstęp między wędzonymi produktami.

Osoby bezpośrednio związane z branżą mięsną, zwłaszcza zaś wytwórcy wędlin znają szereg zjawisk fizycznych i wynikające z nich reguły podstawowe, których uwzględnienie może znacznie skrócić przebieg procesów

wędzenia oraz zoptymalizować jego efektywność i jakość.

*Tab. 3 Wpływ właściwości wędzonego produktu oraz dymu wędzarniczego na efekt końcowy procesu.*

<b>Efekt</b>	<b>Skutek</b>
Wilgotna powierzchnia wędliny	łatwa adsorpcja składników dymu, powstawanie plam
Sucha powierzchnia wędliny	trudniejsza adsorpcja dymu
Powolne wędzenie dymem o niewielkim stężeniu	składniki dymu przenikają również do wnętrza wędlin
Szybkie wędzenie dymem o dużym stężeniu	składniki dymu gromadzą się na obrzeżu wędlin
Wędzenie przy niewielkiej wilgotności powietrza	dobrze utrzymywanie barwy pogorszenie barwy z upływem czasu

Wzrastające wymagania konsumentów, regulacje prawne dotyczące ochrony środowiska spowodowały, iż producenci zmuszeni są do stosowania coraz to nowocześniejszych wędzarni głównie komór wędzarniczo-parzelniczych. Zaistniał problem doboru komór pod względem ekonomicznym, technologicznym, technicznym, ekonomicznym i zdrowotnym. Postęp techniczny w urządzeniach wędzarniczych zmierza w kierunku opracowania nowych sposobów wytwarzania dymu oraz produkcji urządzeń z zamkniętym obiegiem, jak również stosowania dymu w postaci preparatów dymu wędzarniczego.

## 7. Technologie i systemy wędzenia

Mamy trzy systemy wędzenia – otwarty, półotwarty i zamknięty. W systemie otwartym, wędzenie odbywa się przy otwartym ogniu i regulowanym w ograniczonym stopniu dopływie powietrza. Gazy odlotowe i szkodliwe substancje usuwane są do atmosfery w stanie nie oczyszczonym. Systemy te są przestarzałe, chociaż popularne w produkcji wyrobów tradycyjnych i małych przetwórnich mięsa i ryb. Najbardziej popularne są w małych zakładach mięsnych produkujących wyroby według tradycyjnych receptur oraz w przetwórnich ryb.

W systemie półotwartym, dym wędzarniczy wytwarzany jest tutaj z trocin spalanych w dymogeneratorach. Trociny są wsypywane przez specjalny lej na rozżarzoną płytę. Od spodu płyty doprowadzane jest powietrze i wraz z nim dym jest transportowany do urządzenia wędzarniczego. W procesie wytwarzania dymu ma miejsce żarzenie drewna, zrębków lub trocin. Zrębki drzewne mogą być „przedmuchiwane” większą, regulowaną ilością powietrza. W rezultacie powstają wyższe temperatury, co prowadzi do powstawania dymu wędzarniczego o innym składzie niż w przypadku użycia trocin. Przy zastosowaniu zrębków wzrasta zawartość substancji smolistych w dymie. Możliwość regulacji parametrów wytwarzania dymu skutkuje w takich przypadkach istotnym wpływem na cechy organoleptyczne wędzonego produktu.

W systemie zamkniętym, obieg dymu wędzarniczego jest przyjazny dla środowiska co jest bardzo ważnym elementem na który zwracają uwagę ekolodzy i co ma odzwierciedlenie w przepisach dotyczących ochrony środowiska. Jest również energooszczędny oraz pozwala na bardziej efektywne wykorzystanie tych frakcji dymu, które są najbardziej pożądane technologicznie i organoleptycznie. Istota zamkniętego systemu obiegu dymu wędzarniczego polega na tym, że wytworzony w dymogeneratorze dym wędzarniczy doprowadzony jest poprzez komorę wędzarniczą (wędzenie produktu) ponownie do dymogeneratora bez znaczącej emisji na zewnątrz. Uzyskuje się przez to wysokie stężenie pożądanych składników dymu przy małej objętości wytwarzanego dymu. Po zakończeniu procesu wędzenia atmosfera komory wędzarniczej emitowana jest na zewnątrz. Zmniejsza to masę wydzielanych zanieczyszczeń do atmosfery. Szczególne znaczenie ma to w zakładach usytuowanych w obszarze zamkniętym. Również oprócz zmniejszonej emi-

sji zanieczyszczeń jest zmniejszone zużycie energii i zmniejszone ubytki wagowe obrabianych produktów. Stosowany przez nas zamknięty obieg dymu ogranicza w 90 proc. emisję do atmosfery i nie wymaga stosowania katalizatorów.

Innym elementem technologicznym jest wyprodukowanie dymu wędzarniczego odpowiednio skondensowanego. Do otrzymania i transportowania dymu wędzarniczego używa się pary wodnej przegrzanej. Dym powstaje w wyniku oddziaływania przegrzanej pary wodnej lub mieszaniny pary wodnej i powietrza na zrębki drzewne w temperaturze około 320-400°C. Para kondensuje się na powierzchni produktu wędzonego, który odbiera od niej wilgoć i ciepło. Unoszony z parą dym również kondensuje na powierzchni produktu nadając jej silne zabarwienie i pożądany smak wędzarniczy. Dym może być również wytwarzany przez żarzenie na ogrzewanej płycie z regulowaną temperaturą nieprzekraczającą zwykle 250-350°C. Ponieważ jest to zamknięty obieg dymu, w dymogeneratorze utrzymywana jest wysoka wilgotność. Wytwarzanie dymu odbywa się metodą pośrednią między żarzeniem a metodą wytwarzania parą.

Na końcowy wynik wędzenia głównie barwy i jej równomierności decydujący wpływ ma system obiegu czynnika (powietrze, dym) wewnątrz komory. Najpierw powinno być równomierne osuszanie produktu, a następnie równomierne rozproszanie dymu po powierzchni produktu i to daje oczekiwany efekt. Szybkość przepływu dymu, stosowana w wędzarnictwie, wynosi 7 – 15 m/min. Przy większych szybkościach uzyskujemy bardziej równomierne rozmieszczenie dymu w komorze wędzarniczej i różnica temperatury dymu wchodzącego i opuszczającego wędzarnię jest mniejsza. Przy wędzeniu produktu o mniejszej objętości, szybkość przepływu dymu powinna być większa, gdyż przy wolniejszym przepływie dymu o wysokiej temperaturze może dojść do przypiekania powierzchni produktów. Podczas wędzenia, do mięsa przenikają substancje mające zasadniczy wpływ na przedłużenie jego trwałości oraz znaczne podniesienie wartości smakowych. Substancje te, to przede wszystkim aldehyd mrówkowy i fenole. Powodują one również zwolnienie procesów autolitycznych (psucie się mięsa), oraz działają bakteriobójczo na mikroflorę. Na drobnoustroje znajdujące się w głębi mięśni (głównie beztlenowce) działają zawarte w dymie wędzarniczym fenole, przenikające w głąb wędzonego produktu tylko wtedy, gdy produkt przed wędzeniem był solony lub peklowany. Działanie bakteriobójcze zwiększa wysoka tempera-

tura dymu – wędzenie gorące i pieczenie wędzarnicze. Pozostałe składniki dymu (np. kwasy) również przenikają do mięsa, lecz ich działanie może być niekorzystne z naszego punktu widzenia jako konsumenta, gdyż wspomagają warunki dla rozwoju wybranych gatunków drobnoustrojów (np. bakterii kwasu mlekowego).

Poszczególne asortymenty wędlin różnią się między sobą zapachem, barwą oraz stopniem trwałości. Wpływ na to ma wiele czynników, jak choćby: skład i przygotowanie surowca, metoda, czas i temperatura wędzenia czy dalsze postępowanie z produktem po wędzeniu. Reżimy technologiczne podczas wędzenia poszczególnych grup wędlin określają granice temperatury i jej działanie, co jest cechą różnych metod wędzenia. Szczegółowe warunki wędzenia, tj. temperatura i czas, są dla każdego asortymentu różne, gdyż skład produktu, jego średnica, masa oraz określona wydajność decydują, w jakich warunkach produkt ma być wędzony. W przetwórstwie mięsnym występują następujące technologie wędzenia:

- Wędzenie zimne;
- Wędzenie gorące, które dzielimy na:
  - a) wędzenie dymem ciepłym,
  - b) wędzenie dymem gorącym,
- Wędzenie dymem gorącym z równoczesnym pieczeniem;
- Wędzenie z zastosowaniem preparatu dymu wędzarniczego.

Wędzenie dymem zimnym prowadzi się w temperaturze 16-22°C przy wilgotności względnej powietrza 90-95 proc. przez 1-14 dni zależnie od rodzaju produktu. Wędliny podczas wędzenia równomiernie wysychają na całym przekroju, składniki dymu przenikają całkowicie produkt, powierzchnia zaś ulega nieznacznemu stwardnieniu i obeschnięciu. Zaletą wędzenia „zimnego” jest duża trwałość produktu, odporność na pleśnienie, dość długie przechowywanie i utrzymywanie zapachu i aromatu wędzenia. Wadą są duże ubytki masy i długi czas wędzenia.

Wędzenie dymem ciepłym prowadzi się w temp. 30-40°C, przy wilg. 70-80 proc, w czasie 4-48 godz. Warstwa powierzchniowa zostaje dość mocno podsuszona, podczas gdy wewnątrz produkt zachowuje cechy przetworu surowego. Powoduje to nierównomierne wysychanie produktu i nasycenie składnikami dymu. Wpływa to dodatnio na trwałość produktu i hamująco na wymianę płynów podczas obróbki cieplnej w wodzie. Produkt wędzony dymem ciepłym posiada barwę żółtą do brązowej z połyskiem. Tłuszcz

wytapia się w niewielkich ilościach, konsystencja staje się bardziej ścisła na skutek działania ciepła.

Wędzenie dymem gorącym przebiega trójfazowo. W pierwszej fazie jest suszenie produktu przez 10-40 min. w temp. 45-55°C. W drugiej fazie jest wędzenie zasadnicze przez 30-100 min. w temp. 45-60°C. W trzeciej fazie jest powierzchniowe przypieczenie przez 10- 20 min. w temp. 70-85°C. Pierwszą fazę przeprowadza się bez dymu lub w dymie rzadkim. W każdym przypadku fazę tę przeprowadza się przy pełnym dopływie powietrza i przy otwartych przewodach kominowych, co polepsza późniejszą fazę wędzenia przez usunięcie nadmiaru pary wodnej. W drugiej fazie następuje przesylenie produktu składnikami dymu, osłonka na skutek działania ciepła staje się ścisła i mocna, a produkt uzyskuje odpowiednią barwę. W trzeciej fazie następuje ścięcie białka w powierzchniowych warstwach produktu, podczas gdy głębsze warstwy pozostają surowe, gdyż temperatura w nich dochodzi tylko do 40°C. Masa mięsa przylepia się do osłonki, która wskutek wysychania ulega nieznacznemu pomarszczeniu oraz nabiera połysku. Wędzenie dymem gorącym, a następnie parzenie kielbas jest korzystną metodą obróbki cieplnej, ponieważ w porównaniu z innymi metodami daje niewielkie straty masy, a produkt posiada pożądaną jakość sensoryczną.

Wędzenie dymem gorącym z jednoczesnym pieczeniem również przebiega w trzech fazach. W fazie pierwszej stosujemy dym rzadki, temperatura ok. 40-55°C, przez 20-40 minut, a następnie faza druga wędzenia gorącego w temp. 50 - 55°C przez okres 0,5 do 1-2 godzin. Faza trzecia w temp. 80-85°C w ciągu czasu niezbędnego do osiągnięcia wewnątrz wyrobu temp. 68-70°C. Następuje upieczenie całego produktu, występuje wytop tłuszczu i duże odparowanie wody. Ubytek masy produktu wynosi nawet do 30 procent. Parametry procesu wędzenia zależą od gustów konsumenta, ale produkt nie powinien zawierać toksycznych substancji.

### **Obróbka cieplna**

Obróbka cieplna jest jednym z końcowych zabiegów technologicznego procesu przerobu mięsa i przez to mająca decydujący wpływ na uzyskanie najlepszych cech organoleptycznych, trwałości mikro-biologicznej i wydajności ogólnej wyrobu. Podczas ogrzewania mięsa, białka tkanek ulegają denaturacji objawiającej się m.in. utratą zdolności wiązania wody, nabierają strawności, czyli innymi słowy stają się przyswajalne dla człowieka. Z tych to powodów niewłaściwie prowadzona obróbka termiczna nawet

najlepiej przygotowany półprodukt może zamienić w suchy i włóknisty przedmiot bez żadnych walorów konsumpcyjnych. Obróbka cieplna polega na parzeniu kielbas w gorącej wodzie, parze wodnej lub gorącym powietrzu. Stosując temperaturę parzenia 75-80°C uzyskujemy wewnątrz batonu 68-70°C, powodując całkowitą denaturację białek i inaktywację mikroflory patogennej. Obróbka cieplna dotyczy większości produkowanych wyrobów. Wyroby obrabiane cieplnie powinny być ogrzewane do 68-70°C wewnątrz batonu (Codex Alimentarius) . Obróbce cieplnej nie poddajemy wyrobów surowych.

Obróbka cieplna pełni następującą rolę:

- inaktywacja mikroflory chorobotwórczej i części mikroflory saprofitycznej,
- kształtowanie barwy,
- denaturacja kolagenu i wzrost jego przyswajalności,
- kształtowanie cech sensorycznych (aromat, smak, zapach).

### **Studzenie kielbas**

Większość kielbas po wędzeniu i obróbce cieplnej (parzenie) studzimy pod prysznicem lub inną bieżącą zimną (ok. 15°C) wodą przez kilkanaście minut w temperaturze 15°C, a następnie powietrzem do temperaturze 6-8°C. Podczas przechowywania temperaturę możemy obniżyć nawet do 2-4 °C. Jest to końcowy etap procesu produkcji. Przetwory wystudzone równomiernie w całym przekroju do wymaganej temperatury i w określonym czasie, są znacznie trwalsze od produktów źle wystudzonych, gdyż niższa temperatura działa hamująco na rozwój drobnoustrojów. W celu uzyskania dobrej jakości produktu, kielbasy podsuszane parzone lub pieczone powinny być wystudzone do temperatury 4 – 8°C, inne zaś asortymenty, do temperatury 2–6°C , przy czym, czas studzenia, w zależności od asortymentów, powinien wynosić 6–24 godz. Studzenie może być przeprowadzane w pojemniku z zimną wodą (najmniej korzystny sposób), natryskiem lub zimnym powietrzem w odpowiednich pomieszczeniach. W czasie studzenia następuje wyparowanie części wody zawartej w produkcie, co powoduje dodatkowy ubytek masy w granicach 0,5–4%, w stosunku do ilości produktu gorącego. W czasie lub po wystudzeniu, można niektóre produkty (w jelitach naturalnych i zgodnie z zaleceniem receptury) oblać wrzątkiem lub skierować na nie strumień pary. Powoduje to wygładzenie (odświeżenie) powierzchni jelit i splukanie nagromadzonego na kielbasie tłuszczu.



## **Podsuszanie i suszenie kielbas**

Przeprowadza się w pomieszczeniach o temperaturze 10-18°C, wilgotności względnej około 80% i o dobrej wymianie powietrza. Dla uniknięcia opleśnienia kielbas w czasie suszenia dobre wyniki daje okresowe wprowadzanie do suszarni niewielkich ilości zimnego dymu (np. odlotowego z wędzarni). Czas suszenia, zależnie od asortymentu, wynosi od kilku godzin do kilkunastu dni. Kielbasy trwałe i półtrwałe parzone poddaje się po ostudzeniu powtórnemu wędzeniu zimnym dymem (do 22°C) przez kilka godzin. Czynność ta powoduje podsuszenie, dokładne uwędzenie i poprawia wygląd. Czynności wykańczające polegają na usuwaniu ewentualnych zanieczyszczeń, odcinaniu końców osłonek, zakańczaniu gładkim cięciem złamanych batonów.

## 8. Technologie wędzenia produktów tradycyjnych

Wędzenie zimne prowadzi się w temperaturze 16-22°C, przy różnej gęstości dymu, wilgotności względnej od 90 do 95% i przy szybkości przepływu powietrza od 7 do 15 m/min. Czas wędzenia waha się od kilku godzin do kilkunastu dni. Ze względu na wymaganą niską temperaturę, wędzenie zimne powinno odbywać się w wędzarniach gwarantujących utrzymanie odpowiedniej temperatury (w porze letniej nawet przez oziębianie). Wymagane granice temperatury osiąga się żarzeniem drewna lub trocin regulowane ilością i wielkością paleniska oraz intensywnością jego żarzenia, w zależności od dopływu powietrza.

Podczas wędzenia dymem zimnym przetwory wysychają równomiernie na całym przekroju, tracąc przy tym wodę w ilości od 5 do 30% ciężaru produktu przed wędzeniem, zależnie od rodzaju asortymentu i czasu wędzenia. Składniki dymu przenikają produkt całkowicie. Barwa mięsa i skóry na powierzchni waha się od jasnobrązowej do ciemnobrązowej, a tłuszczu od słomkowej do złocistej. Gotowy produkt jest twardy i odporny na psucie się. Na zimno wędzi się: wędzonki trwałe, kiełbasy surowe trwałe, kiełbasy surowe półtrwałe, słoninę, boczek i niektóre asortymentu z grupy kiełbas półtrwałych parzonych i powtórnie wędzonych, czy też kiszkę paszтетową i wątrobianą. Jeśli nie dysponujemy możliwością przeprowadzenia procesu wędzenia zimnego, dopuszcza się zastosowanie w zastępstwie, wędzenia w wyższej nieco temperaturze - do 28°C.

Wędzenie gorące przeprowadza się w temperaturze powyżej 25-30°C. Różniamy dwa jego rodzaje: wędzenie dymem ciepłym, wędzenie dymem gorącym. Wędzenie dymem ciepłym: Przeprowadza się je w temperaturze od 22 do 45°C, przy różnej gęstości dymu, wilgotności względnej od 70 do 90% i szybkości ruchu powietrza od 7 do 15 m/min. czas wędzenia wynosi od 4 do 48 godz. Wymagane warunki wędzenia osiągamy w taki sam sposób jak przy wędzeniu na zimno (bez stosowania chłodzenia wędzarni w okresie letnim). W czasie wędzenia przetwory tracą od 2 do 15% ciężaru w stosunku do ich masy przed wędzeniem. Produkt nasycy się składnikami dymu w warstwach zewnętrznych, przez co zyskuje na trwałości. na powierzchni produktu powstają zeschnięcia i stwardnienia tkanki mięsnej, które hamują ubytki wody podczas parzenia i działają dodatnio na jego trwałość podczas przechowywania. Uzyskana barwa – od żółtej do brązowej z odcieniem od

różowego do czerwonego, oraz połysk. Dymem ciepłym wędzi się wszystkie wędzonki półtrwale, wędzonki poddawane potem obróbce cieplej, oraz niektóre półtrwale podczas powtórnego wędzenia.

Wędzenie dymem gorącym dzielimy na trzy etapy:

- suszenie powierzchni produktu,
- zasadnicze wędzenie,
- powierzchniowe przypieczenie produktu.

Suszenie powierzchni przeprowadza się w temperaturze 40–50°C, w zależności od średnicy produktów, w ciągu 10–40 min., przy pełnym i szybkim ruchu powietrza, w rzadkim dymie lub bez dymu. Drugą fazą jest właściwe wędzenie w temperaturze 40–50°C . w ciągu 30 – 90 min., w dymie od średnio do bardzo gęstego, przy małym dopływie i powolnym ruchu powietrza. Przetwory zostają przesycone składnikami dymu, barwa powierzchni waha się od jasnożółtej do ciemnobrazowej z odcieniem od różowego do ciemnoczerwonego, a osłonki z jelit naturalnych stają się ściśle i mocne. Trzecią fazą jest powierzchniowe przypieczenie produktów. Odbywa się ono w temperaturze 80 do 90°C w ciągu 10-20 min., przy szybkim przepływie powietrza (powyżej 15 m/min.) W tej fazie następuje ścięcie białka w zewnętrznej warstwie produktu, natomiast wewnętrzne warstwy pozostają surowe. Powierzchnia przetworów ulega nieznacznemu pomarszczeniu oraz nabiera dość ściślej konsystencji i połysku. W czasie wędzenia (wszystkie trzy fazy) produkty tracą od 10 do 20% masy w stosunku do wagi przed wędzeniem i zyskują na trwałości. Jest to metoda najkrótsza wśród metod stosowanych w wędzarnictwie. Dymem gorącym wędzi się tylko kielbasy nietrwale przeznaczone po uwędzeniu do parzenia, oraz kielbasy trwałe i półtrwale przeznaczone do parzenia i powtórnego wędzenia w dymie ciepłym, a następnie do suszenia.

Wędzenie gorące z równoczesnym pieczeniem: Sposób ten stosuje się przede wszystkim przy wędzeniu kielbas i przeprowadza podobnie jak wędzenie w dymie gorącym, z tą różnicą, że w trzeciej fazie, zależnie od przekroju i składu kielbasy, podwyższa się temperaturę do 75 – 90°C i przedłuża się czas pieczenia do 20–50 min., aż nastąpi całkowite ścięcie białka tj. do osiągnięcia temperatury 68–70°C wewnątrz batonu kielbasy. Kielbasy pieczone są gorące w dotyku oraz jędrne, a przy ucisku można wewnątrz nich wyczuć pewne ruchy nie zastygłych cieczy. Kielbasy pieczone tracą 15–30% pierwotnej masy, są trwalsze od kielbas wędzonych parzonych, oraz zawierają

większą ilość białka, które nie zostało wypłukane przez wodę. Wędzenie z równoczesnym pieczeniem przetworów w jednym kawałku, prawie się nie stosuje ze względu na długi czas trwania i związane z tym duże ubytki wagowe, wynoszące ok. 30%. W przypadku przeznaczenia do pieczenia produktów z jednego kawałka o małym przekroju, wędzenie z równoczesnym pieczeniem przebiega następująco: Pierwsza faza – suszenie (wędzenie) w dymie rzadkim, w temperaturze 40–60°C, aż do wyschnięcia powierzchni i osiągnięcia barwy żółtej. Druga faza – przypieczenie powierzchni przetworu w temperaturze ok. 85–90°C przez czas ok. 20-40 min. Trzecia faza – pieczenie całego produktu w temperaturze ok. 75°C do całkowitego ścięcia białka i osiągnięcia wewnątrz produktu temperatury 68–70°C .

## 9. Zmiany zachodzące podczas wędzenia

Wędzenie powoduje szereg pożądanych i niepożądanych zmian przetworzonego produktu, a więc zmiany ilościowe - ulega zmianie zawartość wody i tłuszczu w produkcie (większe ubytki gdy dłuższe jest wędzenie, wyższa temperatura obróbki czy też szybsze krążenie powietrza), zmiany zapachu, smaku i konsystencji, oraz stwardnienie tkanki łącznej mięsa oraz osłonek, zwiększając tym samym ich odporność na rozerwanie. Kwas mrówkowy i inne kwasy organiczne zwiększają kwasowość powierzchni mięsa, hamując rozwój drobnoustrojów oraz procesy autolizy. Fenole nadają smak, zapach, a przemiany białek powoduje kurczenie się mięsa w czasie wędzenia i uzyskanie charakteru stałej jego konsystencji. Szybkość osadzania się różnych składników wędzenia zależy od właściwości wędzonego produktu, temperatur, stężenia dymu i prędkości jego przepływu w wędzarni. Na suchych powierzchniach osadza się mniej substancji wędzarniczych niż na wilgotnych, a to dlatego, że frakcje dymu odpowiedzialne za poprawne wędzenie produktu są dobrze rozpuszczalne w wodzie. Tak więc, mechanizm ich akumulacji polega na absorpcji w powierzchniowej warstwie wodnej. Taka barwa nie zawsze jest akceptowana przez konsumenta.

Czas wędzenia zależy od zawartości substancji organicznych w dymie (gęstości dymu), gdyż szybkość sorpcji jest proporcjonalna do stężenia składników chemicznych dymu. W warunkach przemysłowych stężenie dymu określa się metodą wizualną, co w zupełności wystarcza do utrzymania stałego czasu wędzenia dla poszczególnych asortymentów wędlin. Wpływ prędkości przepływu dymu. Szybkość przepływu dymu przez komorę wędzarniczą, ma istotny wpływ na osadzanie się składników dymu na wędlinach. Przykładowo, zmiana prędkości przepływu z 2 do 20m/s spowoduje ok. 10-krotnie przyspieszenie sorpcji wędzonych substancji na powierzchni produktu.

### Reakcje składników dymu i mięsa

Na powierzchni wędzonych produktów tworzy się połyskliwa powłoka będąca wynikiem polimeryzacji składników dymu, a także ich reakcji z białkami mięsa. To grupy tiolowe i aminowe białek przy współudziale fenoli odpowiadają za tworzenie się „skórki”.

### Barwa

Kolor wędzonych wyrobów zależy w dużej mierze od koloru zastosowanej osłonki, a także od wilgotności powierzchni batonów oraz nasycenia i składu

dymu. Natężenie barwy produktu można łatwo kontrolować przy wędzeniu w wędzarniach z automatycznymi dymogeneratorami. Zwiększenie czasu obróbki o kilka lub kilkanaście minut źle wysuszonego batonu, powoduje zmianę barwy z jasnożółtej na ciemnobrązową. Istotny wpływ na tworzenie charakterystycznej barwy wywiera też rodzaj drewna, z którego uzyskuje się dym. Żółtobrązowy odcień powstaje przy wędzeniu dymem z drewna dębowego lub olchowego. Żółtożółta barwa tworzy się przy zastosowaniu drewna bukowego, grabowego.

Nie mniejsze znaczenie dla szybkości tworzenia barwy podczas wędzenia ma pH produktu, gdyż barwa wyrobów ciemnieje wraz z jego wzrostem inne warunki adsorpcji i interakcji składników dymu i produktu.

### **Zapach i smak**

Zapach i smak są najbardziej charakterystycznymi cechami jakości wędzonych produktów. W tworzeniu tych cech najważniejszą rolę odgrywają związki fenolowe i inne lotne, rozpuszczalne w wodzie składniki. Najbardziej typowy zapach i smak wędzonkowy występuje we frakcji związków fenolowych wrzącej w zakresie temperatur 75-90°C. Do tej grupy związków zaliczamy między innymi: gwajakol, eugenol, krezol.

### **Utrwalające działanie dymu**

Wędliny tradycyjne poddane procesowi gorącego wędzenia mają obniżoną zawartość mikroorganizmów wynikającą z zastosowania temperatury i antyseptycznych składników dymu, zazwyczaj są wolne od wegetatywnych form drobnoustrojów. Efekt bakteriobójczy zależy od temperatury i czasu obróbki a także gęstości dymu. Dlatego dla wędlin parzonych głównym czynnikiem utrwalającym jest temperatura a dym to działanie tylko potęguje, gdy dla kiełbas surowych to właśnie dym jest głównym konserwantem. Najbardziej wrażliwe na działanie dymu są wegetatywne formy bakterii, natomiast przetrwalniki i pleśnie są stosunkowo odporne. Bardzo istotne z punktu technologicznego jest inhibitujące działanie w stosunku do przetrwalników Cl. Botulinum zawartego w dymie aldehydu mrówkowego.

Produkty wędzone są stosunkowo mało podatne na utlenianie zawartych w nich tłuszczów. Cecha ta jest wynikiem obecności w dymie składników posiadających właściwości przeciwutleniające. Dużą aktywność w zapobieganiu jęlczeniu wyrobów posiadają: gwajakol, kwas mrówkowy, kwas benzoesowy i salicylowy.

## 10. Wędzenie ryb

Wędzenie to proces, w trakcie którego ryba zostaje poddana działaniu dymu otrzymanego podczas spalania trocin i kawałków drewna przy ograniczonym dostępie powietrza. Do tego celu używa się drewna bez kory z drzew liściastych - dębu, grabu, buku, wiązu i akacji, a także drewna drzew owocowych (śliwy, jabłonie i grusze). Rodzaj drewna, podobnie jak przy wędzeniu mięsa, ma wpływ na kolor i smak. Do wędzenia nie stosuje się dymu drzew iglastych, ponieważ nadają wędzonom smak terpentyny, a mięso zostaje oblepione sadzą. Wędzenie ryb obok suszenia, podobnie jak i mięsa, jest jedną z najstarszych metod ich konserwacji. Polega ono na poddaniu ryby działaniu dymu i ciepła. W trakcie wędzenia ryba ulega podsuszeniu, tracąc część wody zawartej w tkankach, a równocześnie nasycy się składnikami dymu. Zmniejszenie zawartości wody w tkankach, zwłaszcza przy długotrwałym wędzeniu, pewna zawartość soli oraz działanie antyseptyczne składników dymu hamuje rozwój mikroflory i zwiększa trwałość produktu. Trwałość ta jednak jest ograniczoną i zależną od sposobu wędzenia i przechowywania gotowego produktu. Oprócz właściwości konserwujących, wędzenie w niektórych przypadkach zamienia rybę w gotowy do spożycia produkt o specyficznym, przyjemnym smaku i ładnym, złotawym kolorze. Od gatunku drewna zależy kolor uwędzonej ryby. Najpopularniejsze gatunki ryb przeznaczonych do wędzenia to: łosoś, pstrąg, węgorz i makrela. Do wędzenia na zimno polecane są: śledzie, pstrągi, trocie i łososie (możemy wędzić w wyższej temperaturze do natychmiastowego spożycia), a na gorąco wędzimy węgorze i pozostałe ryby słodkowodne. Przy wędzeniu należy zwrócić uwagę na temperaturę dymu i czas wędzenia. Rozróżniamy wędzenie na gorąco i na zimno.

Wędzenie zimne, jak sama nazwa wskazuje, odbywa się przy niskiej temperaturze dymu 20-28°C. Wędzi się dymem bardzo rzadkim. Czas wędzenia w zależności od ryby i jej wielkości oscyluje od kilku godzin do nawet kilku dni. W początkowej fazie wędzenia wędzarnię należy osuszyć. Ryby wkładamy i osuszamy w temperaturze 18 – 23 przez około 20- 50 minut. Ten sposób wędzenia ryby zbliżony jest do wędzenia szynki po uprzednim jej peklowaniu, ponieważ ryby przed wędzeniem powinny być nasolone. O wiele trwalsze są ryby otrzymane podczas wędzenia na zimno, niż na gorąco. Proces ten trwa długo i ryba nasycy się dobrze składnikami dymu. Tym sposobem najczęściej wędzi się łososie, pstrągi i płaty śledziowe. Mięso wędzone

na zimno jest aromatyczne, soczyste i ma ścisłą konsystencję. Aby uchronić tkankę mięśniową ryb przed zbyt dużą utratą wytrzymałości mechanicznej podczas wędzenia, należy ograniczać proces termohydrolyzy kolagenu. Można to uczynić przez zmniejszenie temperatury ogrzewania albo obniżenie zawartości wody w kolagenie w czasie podsuszania ryb. W praktyce wykorzystuje się oba czynniki w odpowiednich proporcjach.

Wędzenie gorące wykonuje się przy wyższej temperaturze dymu do 70-85° C. Na gorąco wędzi się najczęściej ryby słodkowodne oraz szprotki, flądry i śledzie. Ich mięso wędzone w tej temperaturze będzie delikatne, soczyste i jędrne, o mało zwężłej konsystencji oraz lekkim dymnym zapachu. W czasie końcowego etapu wędzenia temperatura w komorze powinna wynosić 70-80°C. Jeżeli bezpośrednie dogrzanie ryby do pożądanej temperatury jest niewskazane ze względu na niekorzystne zmiany jakościowe (np. deformacja ryb, pogorszenie tekstury i barwy mięsa itp.), można stosować dwuetapową obróbkę cieplną: najpierw utrzymanie wewnątrz ryby temp. 60-70°C przez ok. 30 min, następnie ogrzewanie przez 30-45 min po podwyższeniu wewnętrznej temp. do 82-85°C. Proces obróbki cieplnej, typowy dla wędzenia „gorącego”, w tym wypadku zastępuje często solenie. Dlatego w tradycyjnych technologiach ryby są najpierw nasalane do stężenia gwarantującego denaturację białek mięśniowych i bezpieczeństwo produktu, a wędzone dopiero po odsoleniu i osuszeniu ryb. Gorące ryby serwowane zaraz po uwędzeniu są najsmaczniejsze. Jeśli jednak chcemy zachować je na później, należy zadbać, aby dobrze przestygły w przewiewnym miejscu, po czym przechowywać je zawinięte w pergamin. Produkty te mają niezbyt długi okres przydatności. W przypadku wędzenia węgorza trzeba przez pierwsze 10 minut utrzymywać go w gorącym dymie powyżej 60 °C, do momentu zeszczywnienia. Pozwoli to unieszkodliwić trujące toksyny zawarte w jego krwi.

### **Przygotowanie ryb do wędzenia**

Do wędzenia nadają się zarówno ryby tłuste, które wchłaniają z dymu więcej aromatu i smaku, jak i chude, przy których trzeba uważać, aby ich nie przesuszyć. Rybę możemy wędzić w całości (usuwając oczy i skrzelą), w dzwoneczkach lub filetach (ze skórą). Świeżą rybę należy wypatroszyć i dokładnie umyć pod bieżącą wodą. Następnym etapem jest moczenie w solance. Czas moczenia uzależniony jest od masy ryby. Małe sztuki moczymy krótko (około 30 minut) większe nawet do paru godzin. Po soleniu ryby trzeba dokładnie umyć pod bieżącą zimną wodą. Następnie muszą one być dokładnie osuszone. W czasie podsuszania wytrzymałość mechaniczna ryby solankowanej zmniejsza się szybciej ani-



żeli ryby niesolankowanej, ponieważ sól powoduje pęcznienie białek i pośrednio opóźnia szybkość dyfuzji wody. W praktyce przyjmuje się, że podsuszanie jest ukończone, gdy po-wierzchnia ryby zostaje całkowicie obsuszona, a płetwa ogonowa zjaśnieje i stwardnieje. Ryby można wędzić w całości lub w dzwonkach. Dym powinien być w miarę suchy i wolny od kropelek smoły, ponieważ ich osadzanie się na powierzchni ryby nie tylko pogarsza barwę, lecz również utrudnia wnikanie gazowych związków w głąb tkanek ryby. W tej fazie ryba uzyskuje odpowiedni smak, zapach i wygląd, a ponadto składniki dymu działają bakterioobójczo i bakterioostatycznie na drobnoustroje oraz przeciwutleniająco w stosunku do lipidów. Dzięki tej ostatniej właściwości dymu, do wędzenia najlepiej nadają się ryby tłuste i bardzo tłuste, nawet z grubą, podskórną warstwą tłuszczu. Warunki przygotowania ryb do wędzenia:

- w przygotowaniu solanki należy używać soli niejodowanej i wody niechlorowanej,
- część wody możemy zastąpić schłodzonym wywarem z warzyw korzeniowych lub białym winem, lub inną substancją smakowo-zapachową,
- przygotowując rybę do solanki, warto podzielić ją na równe części, co pozwala w równomiernym wchłanianiu soli bez ryzyka przesolenia mniejszych kawałków,
- filety na rusztach kładziemy skórą do dołu.

Aby dłużej przechowywać rybę po wędzeniu, trzeba najpierw porządnie ją wystudzić na powietrzu, a potem zapakować w pergamin lub włożyć do drewnianej skrzynki. Po uwędzeniu ryby należy schłodzić do temperatury, w której będą one przechowywane i transportowane. Schłodzenie ryb poniżej temperatury otoczenia powoduje skraplanie się pary wodnej zawartej w powietrzu, na powierzchni ryb, co sprzyja ich rozkładowi, głównie z powodu rozwoju pleśni. Schładzanie przeprowadza się w czystym powietrzu z wymuszonym jego przepływem.

Ryby przeznaczone do wędzenia można zawiesić na kilka sposobów:

- ryby drobne wędzi się w całości, – szproty, śledzie. Ryby większe powinny mieć wstawione w jamie brzusznej rozpórki z drewna,
- ryby z głowami – przebijając czaszkę drutem, powyżej nasady głowy lub przez oczy,
- ryby bez głów – przez kręgosłup na wysokości 1/3 długości ryby,
- ryby w kawałkach – w połowie kawałka,

Żadne ryby nie mogą stykać się z innymi podczas wędzenia.

## 11. Wędzenie a zdrowie

Do związków powstających podczas wędzenia a uznanych powszechnie za niepożądaną grupę substancji, uważa się wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA). Część z nich to związki które wykazują mutagenne i kancerogenne właściwości. Są nimi między innymi WWA do których zalicza się ponad 200 związków. Zostało stwierdzone, że 16 WWA jest szczególnie niebezpiecznych, a na pierwszym miejscu wymienia się benzo[a]piren. Związki te wykazują stosunkowo niską toksyczność ostrą, ale bardzo wyraźną toksyczność przewlekłą. Stężenie tych związków w dużym stopniu uzależnione jest od temperatury wytwarzania dymu i wzrasta istotnie po przekroczeniu temperatury 425°C w fazie rozkładu termicznego drewna.

Dym zawiera także inne substancje szkodliwe jak: alkohol metylowy, aceton, kwas mrówkowy i dioksyny. Dioksynom przypisywana jest niezwykle wysoka toksyczność. Na uwagę zasługują również nitrozoaminy, które mogą się tworzyć w szczególnych warunkach podczas wędzenia z pieczeniem, przy współdziałaniu użytych do peklowania azotynów oraz przy pośrednictwie nitrofenoli. Nitrozoaminy są substancjami o silnym działaniu toksycznym, mutagennym, neuro- i nefrotoksycznym, teratogennym i rakotwórczym, powstają głównie podczas wysokiej obróbki termicznej produktów poddanych uprzednio peklowaniu. Nitrozoaminy mogą powstawać z amin I, II i III-rzędowych, oraz amidów a także z pro-duktów biotransformacji niektórych pestycydów i innych prekursorów. Dynamika powstawania prekursorów nitrozoamin i ich tworzenia podczas wędzenia jest uzależniona od wielu czynników fizykochemicznych charakterystycznych dla tego procesu takich jak temperatura powstawania dymu, czas wędzenia, temperatura pieczenia itp. Pośród substancji szkodliwie oddziałujących na zdrowie człowieka należy wymienić także fenole, krezole i furfuroł, które wprawdzie nie są uważane za rakotwórcze, ale mają określone właściwości toksyczne. Niektóre ze związków, takich jak benzen, znany jako przyczyna raka krwi, są obecne w dymie oraz w kondensatach dymu przypuszczalnie w nieznacznych tylko ilościach. Natomiast w przypadku formaldehydu, który oprócz prawdopodobnie działania rakotwórczego wykazuje równocześnie działanie alergiczne, jego obecność w dymie , a następnie produkcie jest na dość wysokim poziomie. Zawarte w dymie kwasy (kwas mrówkowy, octowy) działają drażniąco na drogi oddechowe i mogą na tej drodze przyczyniać się do podwyższenia trującego działania innych substancji. Pod tym względem

szczególnie niebezpieczna jest akroleina z rozkładu tłuszczu pod wpływem wysokiej temperatury pieczenia produktów. Przy współczesnych metodach utrwalania (powszechne chłodzenie) należy wędzenie ograniczyć do wywołania niezbędnych ale nie nadmiernych zmian jakościowych nie zawsze pożądanych przez konsumenta, np. bardzo ciemna barwa wędzenia, czyli duże nasycenie produktu składnikami dymu wędzarniczego. Szczególnie jest to ważne w produkcji wyrobów tradycyjnych, których spożycie obecnie jest wysokie i ma trend wzrostowy. Można stwierdzić, że kilkadziesiąt lat temu, tak mocno wędzone wyroby mięsne i rybne były spożywane kilka razy w roku. Obecnie spożywamy je kilka razy dziennie.

Podstawowe odchylenia jakości wyrobu związane z obróbką dymem wędzarniczym:

- nierównomierne zabarwienie: jakość drewna (świeże, mokre); odległość od źródła dymu; zbyt mała prędkość przepływu dymu; kondensacja pary wodnej na produkcie (wychłodzony produkt poddawany wędzeniu, mokre drewno),
- jasna barwa: gatunek drewna, czas wędzenia, zbyt suche drewno, zbyt wysoka temperatura żarzenia-spalania),
- smugi wędzenia na produkcie: higiena wędzarni i wózków wędzarniczych.

Podstawowe zalecenia przy wędzeniu w tradycyjnych wędzarniach:

- higiena komory wędzarniczej,
- przygotowanie wędzarni do procesu wędzenia – ogrzanie komory wędzarniczej przed zapakowaniem,
- staramy się wędzić jeden asortyment produktu,
- do wędzenia stosujemy suche drewno,
- nie przekraczamy 450°C podczas spalania drewna (w i nad paleniskiem), zrębek czy trocin (drewno powinno się żarzyć, a nie palić płomieniem),
- do wędzenia stosujemy drewno twarde drzew liściastych,
- nie wędzimy do bardzo ciemnego koloru, gorzkawego smaku,
- obróbkę cieplną realizujemy do temperatury minimum 68 °C w centrum bloku produktu, nie dotyczy produktów surowych. Nie powinno się prowadzić obróbki do zbyt wysokich temperatur, powyżej 70°C w produkcie,
- nie stosujemy kory w procesie otrzymywania dymu,
- do wędzarni wprowadzamy suchy produkt,
- wędzarnia powinna być bezpieczna w obsłudze.

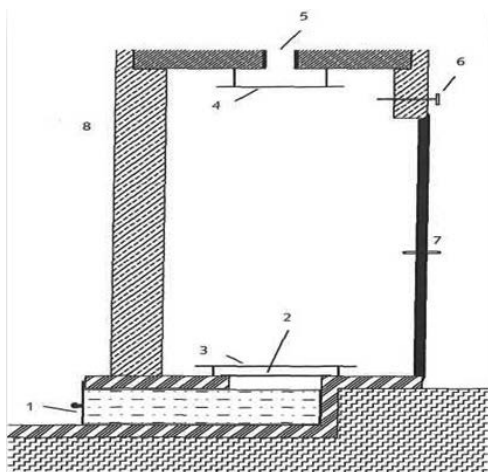
## 12. Urządzenia wędzarnicze

### Podstawowa charakterystyka wybranych komór wędzarniczych i innych urządzeń do wędzenia tradycyjnego

#### Wędzarnie komorowe.

- dym wytwarza się podczas pirolizy drewna na podłodze lub drewno żarzone jest w specjalnych pojemnikach umieszczonych wewnątrz komory lub z boku komory;
- parametry wędzenia (gęstość dymu, strumień powietrza, wilgotność, temperatura) regulowane zaworami (klapami, dyszami) w układzie nawiewowo-wyciągowym;
- proces wędzenia, zwykle nadzorowany przez personel powinien być sterowany manualnie; - niezbędne jest przewieszanie kijów dla wyrównania barwy produktów;
- stare, tradycyjne wędzarnie komorowe, wymurowane z cegieł i z paleniskiem wkopanym w ziemię zwykle służyły do wędzenia w gęstym dymie z wykorzystaniem mokrego drewna lub mokrych trocin;
- wędzarnie murowane stwarzają zagrożenia wybuchem i pożarem sadzy;
- istnieje wiele systemów tradycyjnych urządzeń wędzarniczych, w których dym może spowodować pożar (gorący tłuszcz)

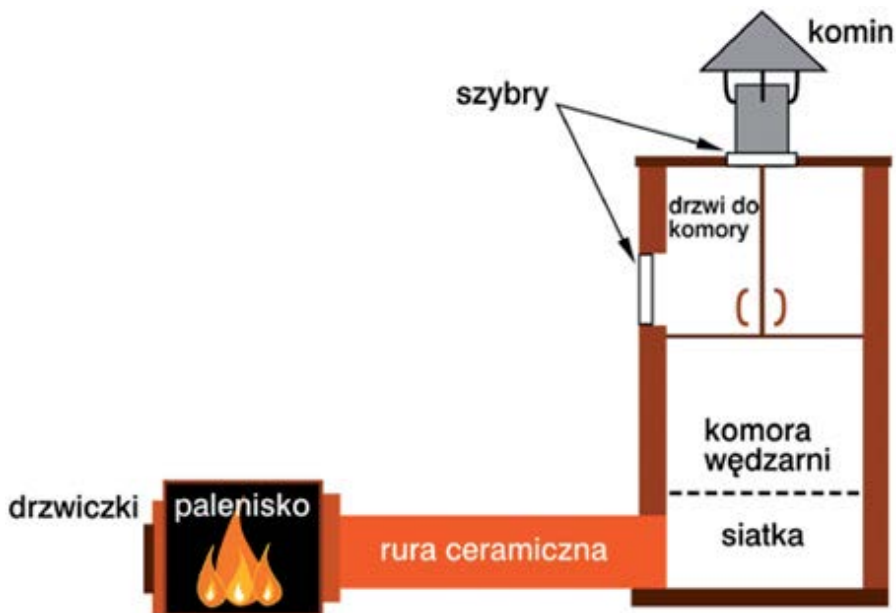
Podstawowy schemat wędzarni tradycyjnej umieszczono na rysunku 1.



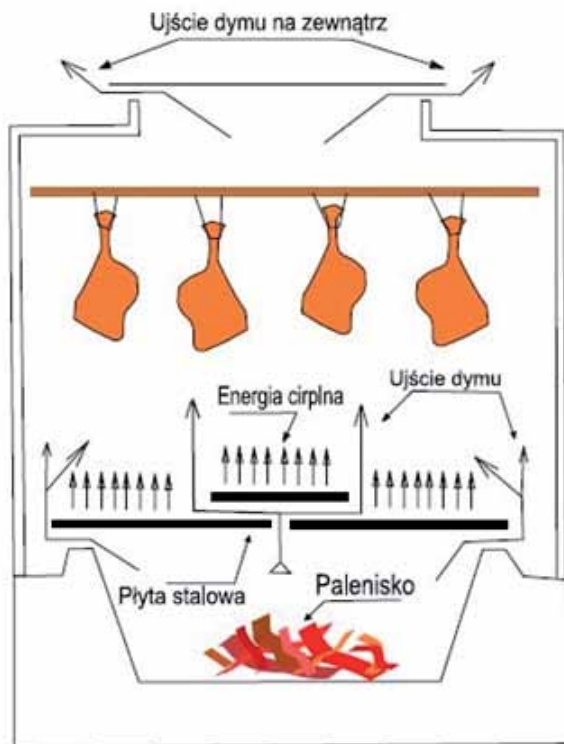
Rys.1 Schemat wędzarni tradycyjnej

1. szuflada paleniskowa (ładowana od zewnątrz),
2. blacha perforowana ponad wlotem dymu,
3. wlotowa płyta odbojowa,
4. wylotowa płyta odbojowa,
5. wylot komina,
6. czujnik temperatury,
7. drzwi do wędzarni,
7. ściana wędzarni,

Palenisko wędzarni zasilane jest z zewnątrz lub od wewnątrz budynku; wyposażone w płytę odbojową „przechwytyjącą” szkodliwe składniki dymu, które dzięki temu nie docierają bezpośrednio do wędzonek; należy unikać umieszczania paleniska bezpośrednio pod wiszącymi wyrobami bez zastosowania przekierowania dymu lub osłonięcia wędzonych produktów; podgrzanie komory wędzarniczej przed załadunkiem zapobiega tworzeniu się skroplin;



Rys.2 Podstawowy schemat wędzarni tradycyjnej z zewnętrznym wytwarzaniem dymu.



Rys.3 Podstawowy schemat wędzarni tradycyjnej z paleniskiem pod produktami ( wytwarzanie dymu)

### Podstawowe typy wędzarni tradycyjnych

- wędzarnia stała, murowana z paleniskiem bezpośrednim i pośrednim – kanał do doprowadzenia dymu
- przenośna – mobilna, najczęściej stalowa;
- szeroka oferta handlowa wędzarni domowych przenośnych;
- przy ich ustawianiu obowiązują takie same przepisy, jak przy murowanych;
- niezbędne podłączenie rury do odprowadzania dymu i wykonanie obudowy z materiałów ogniotrwałych;
- trudne ustalenie warunków wędzenia (małe wymiary i odległość od paleniska);
- zwykle składa się z:
  1. skrzynki paleniskowej,

2. blaszanej przysłony z filtrem,
3. blachy, na którą skapuje tłuszcz,
4. komory wędzarniczej do zawieszania wędlin.

### **Zakłócenia pracy wędzarni**

W tradycyjnej wędzarni komorowej wymurowanej z cegieł w której spalamy mokre surowe drewna lub mokre trociny, zrębki, otrzymuje się ciemny dym o dużej zawartości kwasów, szczególnie mrówkowego i octowego, sadzy i popiołu. Wyroby wędzone w tego typu urządzeniach, bez oprzyrządowania pomiarowego, uzyskują barwę ciemną oraz intensywny aromat wędzenia a powtarzalność cech sensorycznych wyrobów gotowych zależy od doświadczenia wędzacza. Podstawowe przyczyny nieprawidłowego wędzenia:

Zbyt mało dymu, drewno wygasa, nie wypala się do końca:

- brak ciągu – słup zimnego powietrza w kominie; spalić kartkę papieru przez drzwiczki rewizyjne na wysokości jednej trzeciej komina;
- słaby ciąg – dobry komin zapewnia ciąg około 1-2 bar;
- mokre drewno;
- wietrzenie wędzarni;
- niedobór powietrza do żarzenia – kłapa wentylacyjna zbyt mocno zamknięta; powinna umożliwiać płynną regulację, dostosowaną do warunków wędzenia;
- zaciąganie „falszywego” powietrza przez nieszczelny przewód kominowy;

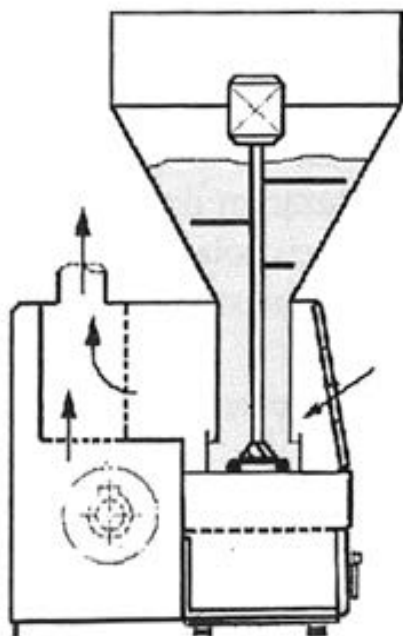
Nadmiar dymu:

- zbyt szybkie spalanie,
- zbyt luźno ułożone lub za suche drewno;
- zbyt silny ciąg kominowy – stłumić dostęp powietrza odpowiednimi szybrami

### 13. Komory wędzarniczo parzelnicze – większe zakłady przetwórcze

W urządzeniach tych dym wytwarzany jest w tak zwanych wytwornicach (dymogeneratorach). Wszystkie stosowane aktualnie wytwornice dymu ze względu na zasadę działania można podzielić na: warstwowo-żarzeniowe, cierne, fluidyzacyjne i parowe. Istotą stosowania tego typu urządzeń jest możliwość prowadzenia procesu wędzarniczego według założonych optymalnych parametrów. Pozwalają one uzyskać dym o pożądanych właściwościach i w ilości wymaganej do sprawnego przebiegu wędzenia. Powtarzalność cech organoleptycznych wyrobów produkowanych na tych urządzeniach zależy w dużej mierze od stałej jakości wiórek drewnianych.

#### Wytwornica żarowa dymu



Wg. Kotakowski 2012  
Rys. 4 Wytwornice dymu wędzarniczego



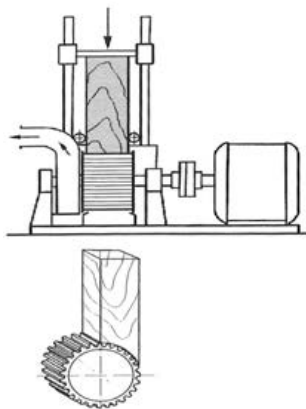
Wg. Metalbud Nowicki



Podstawowa charakterystyka wytwornicy żarowej dymu:

- rusztowy, naturalny lub wymuszony przepływ powietrza przez złożę;
- zapoczątkowanie procesu żarzenia za pomocą zapalarki elektrycznej;
- dym odprowadzany przez wentylator;
- dym oczyszczany przez filtr wodny;
- zużycie zrębków – ok. 10 kg/godz.;
- zużycie wody – ok. 0,6 m<sup>3</sup>/godz.;
- zapotrzebowanie mocy – ok. 1,1 kW;
- trudność kontrolowania warunków żarzenia;
- łatwy montaż i demontaż części wymagających okresowej wymiany;
- szczelna obudowa;
- stężenie CO w pobliżu wytwornicy poniżej 30 mg/m<sup>3</sup>;
- ruszt umożliwiający stały dopływ powietrza i odprowadzenie popiołu do popielnika;
- właściwa ilość doprowadzanych trocin w stosunku do ilości odprowadzanego popiołu;
- wydajność dymu do ok. 40 m<sup>3</sup>/godz. (wilgotność trocin poniżej 25%);
- łatwe usuwanie popiołu z popielnika;
- wyposażenie w filtr wychwytyjący cząstki stałe z dymu;
- regulacja ilości powietrza doprowadzanej do strefy żarzenia;

### Cierna wytwornica dymu

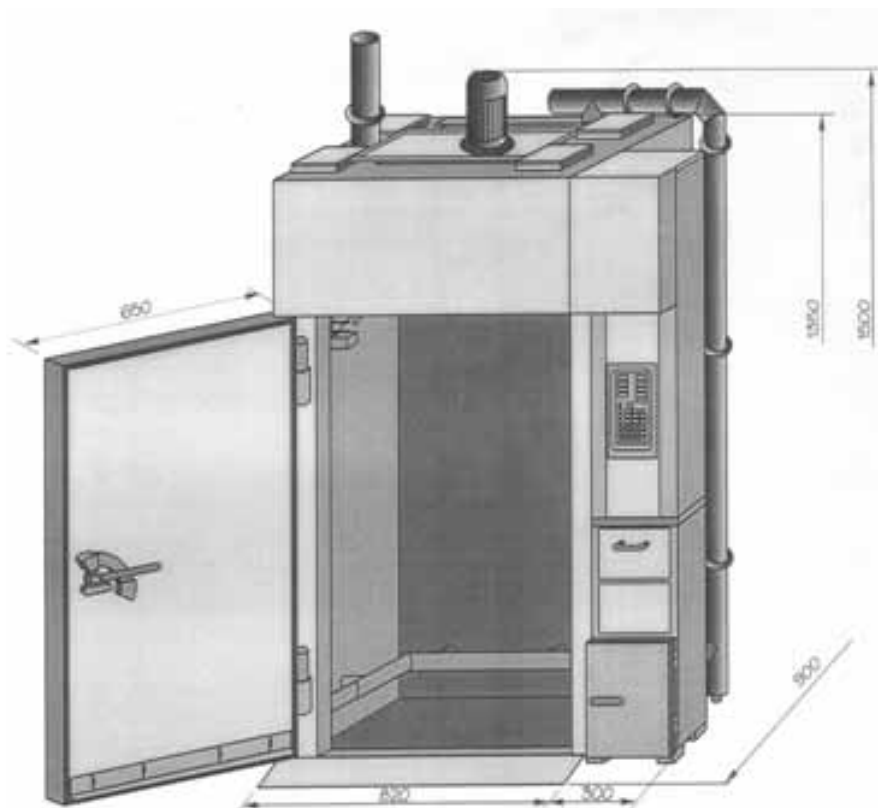


*Wg Kotakowski 2012*  
*Rys. 5 Cierna*  
*wytwornica dymu*

Podstawowa charakterystyka czarnej wytwornicy dymu:

- termiczny rozkład drewna na skutek lokalnego podwyższenia temperatury spowodowanego tarciem;
- powierzchnia tarcia w formie bębna lub tarczy;
- nacisk na klocek – ok. 100 kN/m<sup>2</sup>;
- zużycie drewna – ok. 2,2 kg/godz.;
- temp. powierzchni tarcia – ok. 380°C;
- wydajność – ok. 300 m<sup>3</sup> gęstego dymu;
- intensywność dymienia regulowana prędkością obrotową i siłą docisku;
- dym jest łagodniejszy od otrzymywanego metodą żarową;

## Komora wędzarniczo-parzelnicza

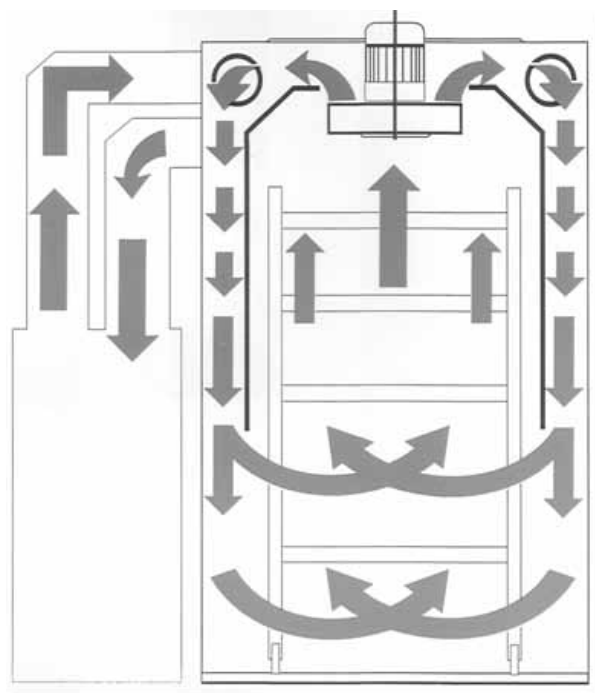


*mat. Jugema*

*Rys. 6 Komora wędzarniczo parzelnicza*

Wędzarnia z dymogeneratorem pracujące w układzie zamkniętym minimalizują ilość substancji szkodliwych (m.in. WWA) w dymie, zapewniają mniejsze zapotrzebowanie na zrębki, zmniejszają emisję dymu do otoczenia,

Na poniższym rysunku przedstawiono obieg dymu w komorze



mat. LAMBDA

Rys. 7 Schemat obiegu dymu w komorze wędzarniczo parzelniczej

Urządzenia do oczyszczania dymu (rys. 8 i 9)

- 1) Komory osadzące
  - a) z przegrodami
  - b) półkowa
- 2) Cyklony
- 3) Skrubery (płuczka wieżowa)
  - oczyszczanie dymu wędzarniczego z cząstek częściowo spalonego drewna, sadzy, popiołu;
  - wykorzystanie sił grawitacji, zmiany prędkości przepływu dymu, strumienia wody;
  - zalety: niskie koszty inwestycyjne, małe opory przepływu,
  - wady: niska prędkość przepływu (do 1 m/s), oddzielanie cząstek powyżej 15  $\mu\text{m}$ )

## 14. Postęp techniczno technologiczny w budowie komór wędzarniczo-parzelniczych

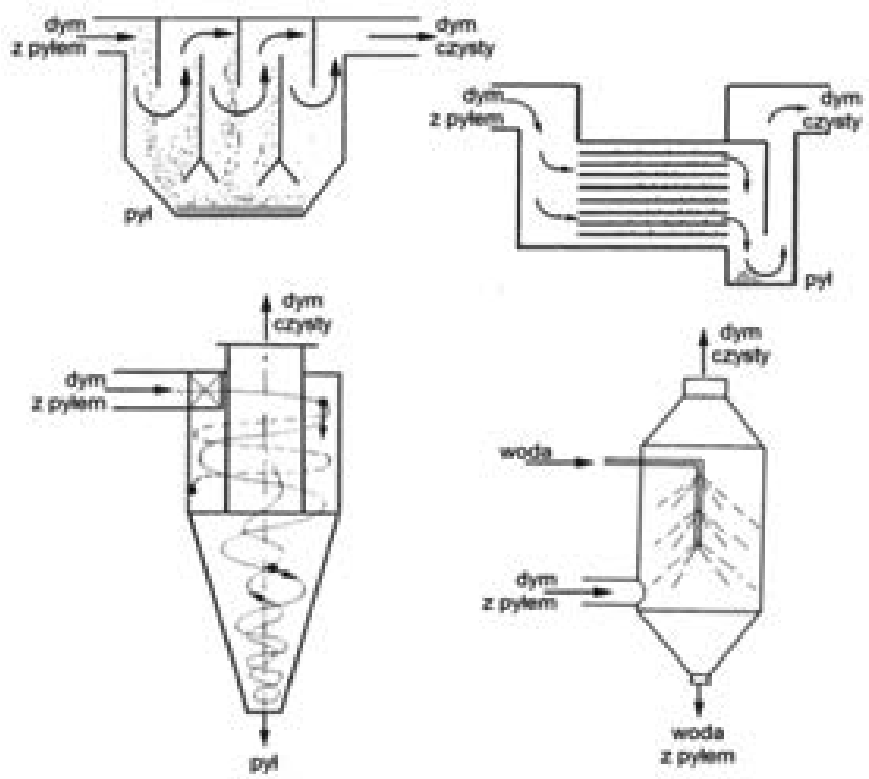
- nowe konstrukcje (zewnętrzne) i sposoby wytwarzania dymu (cierne, żarowe, elektryczne, parowe),
- metody oczyszczania wprowadzanego dymu (kurtyny wodne, filtry),
- techniki rozprowadzania mieszaniny dymu i powietrza w komorze wędzarniczej (zmiany konstrukcyjne dysz dolotowych);
- automatyzacja komór wędzarniczych;
- udoskonalony obieg mieszaniny dymu i powietrza poprzez wprowadzenie dysz nadmuchu, kontroli ilości doprowadzanego świeżego powietrza i jego wilgotności;
- nowe systemy pomiaru, sterowania i monitoringu parametrów pracy komór wędzarniczych;
- zastosowanie stali szlachetnej;
- wyposażenie w instalacje pomocnicze (np. mycia, dopalania);
- półzamknięte systemy cyrkulacji dymu;
- nowe systemy oczyszczania dymu odlotowego;



*mat. MetalBud Nowicki*

*Rys.8 Katalityczny dopalacz dymu*

Poniżej przedstawiono komory osadce, cyklon wydzielający stałe cząstki, oraz wodny spryskiwacz dymu



Wg E. Kołakowski, 2012

Rys 9 Urządzenia do oczyszczania dymu

## 15. Podsumowanie

W ostatnich kilkudziesięciu latach dokonano znacznego postępu w technice i technologii przemysłowego i tradycyjnego wędzenia. Udoskonalono konstrukcję budowy wędzarni i pirolizy drewna, szczególnie najpowszechniej stosowanych żarowych dymogeneratorów poprzez wprowadzenie elektrycznie grzanych, utrzymujących stałą temperaturę płyty, na których przeprowadza się rozkład zrębków drewna. Ponadto ograniczono dostęp powietrza do strefy żarzenia zrębków, zautomatyzowano dostarczanie zrębków do strefy ich żarzenia oraz wprowadzono kurtyny wodne chroniące przed zapaleniem się smół w przewodach doprowadzających dym do komory wędzarniczej.

Udoskonalono również obieg powietrza w komorze wędzarniczej poprzez wprowadzenie dysz nadmuchu powietrza, przemiennego nadmuchu powietrza, kontroli ilości doprowadzania świeżego powietrza, zamkniętego obiegu powietrza z kontrolą wilgotności powietrza obiegowego. Nowe systemy pomiaru i sterowania temperatury opracowanie dla komór wędzarniczych umożliwiają precyzyjną kontrolę temperatury powietrza obiegowego oraz produktu poddawanego obróbce we wszystkich etapach procesu tj. osuszania, wędzenia, parzenia lub pieczenia i chłodzenia. Wszystkie operacje wykonywane w komorze wędzarniczej są obecnie sterowane przez mikroprocesor umożliwiający przygotowanie i przeprowadzenie indywidualnych programów dla danego produktu lub ich grupy. Ze względu na obowiązujące przepisy ochrony środowiska stosowane są również systemy oczyszczania gazów odlotowych z komór wędzarniczych. Fakt ten jest powodem coraz szerszego stosowania preparatów dymu wędzarniczego w miejsce tradycyjnego wędzenia w przemyśle spożywczym. Nie bez znaczenia jest wkład polskich badaczy w tworzenie i doskonalenie technologii wytwarzania preparatów dymu wędzarniczego. Prace badawcze związane z doskonaleniem technologii otrzymywania dymu wędzarniczego są od kilkudziesięciu lat prowadzone w Instytucie Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego.

Dokonany postęp techniczny i technologiczny procesu tradycyjnego wędzenia w znacznym stopniu ograniczył uciążliwości tego proces lecz ich nie wyeliminował całkowicie. Większość urządzeń do tradycyjnego wędzenia jest wykonana przez poszczególnych producentów. W CDR Radom zbudowano tradycyjną wędzarnię, która może być wzorcową dla tradycyjnej produkcji wędlin. Można dodać, że taka wędzarnia powinna być w gospodar-

stwach rolnych, które podejmują produkcję w ramach MOL, oraz w małych zakładach przetwórczych. Proponowany zakres szkoleń przez CDR Radom jest wyjściem naprzeciw rozwijającej się produkcji tradycyjnej, lokalnej. Wstępne próby wędzenie wykazały, że takie rozwiązanie może być wzorcowe dla tradycyjnej produkcji nie tylko w naszym kraju.

## **16. Piśmiennictwo wykorzystane w przygotowaniu opracowania:**

Anonim. (1993). Jaki rodzaj dymu? Technologia wędzenia a ochrona środowiska. Mięso i Wędliny. PWF, 3

Borys A. (1996). Wędzenie produktów mięsnych” Gospodarka Mięsna, 1

Borzuta K., Piotrowski E. (1995). Technologiczno-techniczne aspekty wędzenia produktów spożywczych. Gospodarka Mięsna, 12

Kolakowski E. (2012) Technologia wędzenia żywności. PWRiL

Materiały promocyjne firm: Nowicki, Maurer, Jugema

Materiały własne niepublikowane

Pezacki W. (1981) Technologia mięsa. WNT, Warszawa

ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) NR 835/2011 z dnia 19 sierpnia 2011, zmienia rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 odnośnie najwyższych dopuszczalnych poziomów wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w środkach spożywczych.



## **17. Raport z badań nad występowaniem i zawartością wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w produktach pochodzenia zwierzęcego wędzonych tradycyjnie**

W związku z zakończeniem realizacji zleconego przez Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Radomiu programu badań występowania i zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w wędzonych produktach pochodzenia zwierzęcego, Zakład Farmakologii i Toksykologii PIWet-PIB, Krajowe Laboratorium Referencyjne ds. WWA, opracował dane uzyskane w trakcie realizacji tego programu.

Celem badań było uzyskanie rzetelnej informacji dotyczącej oceny występowania i powstawania wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w czasie wędzenia i mogącym z tego wynikać problemom przekraczania limitów zawartości benzo(a)pirenu (BaP) i sumy 4 WWA tj. benzo(a)piren, benzo(a)antracen, benzo(b)fluoranten i chryzen w produktach mięsnych wędzonych tradycyjnie, zgodnie z rozporządzeniem Komisji (UE) nr 835/2011 z dnia 19 sierpnia 2011 r. zmieniającym rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 odnośnie do najwyższych dopuszczalnych poziomów (ML) wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w środkach spożywczych. W rozporządzeniu nr 835/2011, wprowadzono obowiązujące od 1 września 2012 r. limity dla benzo(a)pirenu oraz sumy 4 WWA w wysokości odpowiednio 5 µg/kg oraz 30 µg/kg dla mięsa wędzonego i produktów mięsnych wędzonych oraz dla ryb wędzonych i produktów rybołówstwa wędzonych (z wyjątkami), które następnie po dwóch latach (tj. od 1 września 2014 r.) zostają obniżone do odpowiednio 2 µg/kg oraz 12 µg/kg.

Badaniami laboratoryjnymi wyrobów wędzonych objęte były zakłady przetwórcze realizujące proces wędzenia w sposób tradycyjny, tj.: przy wykorzystaniu drewna w wędzarniach zlokalizowanych na terenie całej Polski. W każdym zakładzie pobrane zostały trzy próbki z różnego rodzaju wyrobów wędzonych lub o różnych parametrach procesu wędzenia. Projekt obejmował swoim zasięgiem dwie główne grupy zakładów, tj.: posiadających technologię wędzenia z usytuowaniem paleniska w komorze wędzarniczej (wędzenie bezpośrednie) i z usytuowaniem paleniska poza komorą wędzarniczą z kanałem dymowym (wędzenie pośrednie).

Łącznie z terenu całego kraju przebadanych zostało 150 próbek otrzymanych ze wszystkich województw kraju, z czego 144 stanowiły próbki mięsa i produktów mięsnych wędzonych tradycyjnie, a 6 to próbki ryb i produktów rybnych wędzonych tradycyjnie (Tab. 1). Pobieranie próbek dokonywane było przez producentów i zgodnie z deklaracją odbywało się zgodnie z zasadami określonymi w Rozporządzeniu 836/2011 z dnia 19 sierpnia 2011 r. dotyczącym m.in. metod pobierania próbek do celów urzędowej kontroli poziomów benzo(a)pirenu w środkach spożywczych.

Badania wykonywano w laboratorium Zakładu Farmakologii i Toksykologii Państwowego Instytutu Weterynaryjnego w Puławach metodą badania WWA w żywności pochodzenia zwierzęcego w zakresie elastycznym akredytacji (Certyfikat Akredytacji AB 485, procedura badawcza ZFT/PB/01-09: Oznaczanie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w żywności pochodzenia zwierzęcego metodą chromatografii gazowej ze spektrometrią mas).

### Ocena wyników badań zawartości WWA

W tabelach 1 – 3 przedstawiono ocenę wyników w porównaniu do limitów (ML) dla BaP i sumy 4WWA (suma benzo(a)pirenu, benzo(a)antracenu, benzo(b)flurantenu i chryzenu) obowiązujących do 31-08-2014 r. i nowych od 01-09-2014 r. w podziale na rodzaj badanych produktów oraz województwa. Dla każdego województwa podano liczbę wyników powyżej limitów zawartości (ML) w stosunku do liczby badanych próbek. W tabeli 4 zestawiono parametry statystyczne dla wyników badanych 150 próbek w PIWet-PIB w Puławach.

Tab. 1. Wykaz badanych produktów wędzonych metodami tradycyjnymi oraz przekroczenia limitów WWA w województwach kraju

Województwo	Mięso						Ryby	
	Razem		Kielbasy		Wędzonki		N	Wyniki > ML, N (%)
	N	Wyniki > ML, N (%)	N	Wyniki > ML, N (%)	N	Wyniki > ML, N (%)		
Dolnośląskie	6	3 (50,0)	3	2 (66,7)	3	1 (33,3)	3	0
Kujawsko-Pomorskie	3	0	1		2			
Lubelskie *	15	8 (53,3)	9	7 (77,8)	6	1 (16,7)		

Lubuskie	6	1 (16,7)	5	1 (20,0)	1	0		
Łódzkie	12	0	6		6			
Małopolskie *	12	8 (66,7)	7	6 (85,7)	5	2 (40,0)		
Mazowieckie	12	1 (8,3)	3	1 (33,3)	9	0		
Opolskie	6	1 (16,7)	5	1 (20,0)	1	0		
Podkarpackie	12	4 (33,3)	8	4 (50,0)	4	0		
Podlaskie	15	3 (20,0)	4	1 (50,0)	11	1 (9,1)		
Pomorskie	9	4 (44,4)	7	4 (57,1)	2	0		
Śląskie	6	0	5		1			
Świętokrzyskie *	12	2 (16,7)	7	2 (28,6)	5	0		
Warmińsko-Mazurskie	6	0	2		4			
Wielkopolskie	9	1 (11,1)	5	1 (20,0)	4	0		
Zachodniopomorskie	3	0	1		2		3	0

*N – liczba badanych próbek*

*\* – województwa, w których wystąpiły również przekroczenia limitów wynoszących dla BaP 5 µg/kg i sumy 4WVA 30 µg/kg*

*Tab. 2. Przekroczenia limitów zawartości WVA obowiązujących do 31-08-2014 r. w produktach mięsnych wędzonych oraz rybach wędzonych metodami tradycyjnymi*

	Mięso			Ryby
	Razem	Kielbasy	Wędzonki	
N, liczba badanych próbek	144	78	66	6
BaP, N > ML = 5 µg/kg	5	4	1	0
Suma 4 WVA, N > ML = 30 µg/kg	4	3	1	0

<b>Wyniki &gt; ML, N (%)</b>	<b>5 (3,5)</b>	<b>4 (5,1)</b>	<b>1 (1,5)</b>	
------------------------------	----------------	----------------	----------------	--

Tab. 3. Przekroczenia nowych limitów zawartości WWA obowiązujących od 01-09-2014 r. w produktach mięsnych wędzonych oraz rybach wędzonych metodami tradycyjnymi

	<b>Mięso</b>			<b>Ryby</b>
	<b>Razem</b>	<b>Kielbasy</b>	<b>Wędzonki</b>	
N, liczba badanych próbek	144	78	66	6
BaP, N > ML = 2 µg/kg	31	25	5	0
Suma 4 WWA, N > ML = 12 µg/kg	35	30	6	0
<b>Wyniki &gt; ML, N (%)</b>	<b>37 (25,7)</b>	<b>31 (39,7)</b>	<b>6 (9,1)</b>	<b>0</b>

Tab. 4. Zawartość benzo(a)pirenu (BaP) i sumy 4 WWA w produktach mięsnych wędzonych oraz rybach wędzonych metodami tradycyjnymi

	<b>Mięso</b>						<b>Ryby (N=9)</b>	
	<b>Razem (N=144)</b>		<b>Kielbasy (N=78)</b>		<b>Wędzonki (N=66)</b>			
	BaP	Suma 4WWA	BaP	Suma 4WWA	BaP	Suma 4WWA	BaP	Suma 4WWA
Wyniki > LOQ, %	71,5	88,2	76,9	88,5	65,2	87,9	16,7	50,0
Średnia, µg/kg	1,8	13,1	2,4	17,7	1,0	7,8	0,1	0,9
Mediana, µg/kg	0,9	6,9	1,2	9,8	0,8	5,7	0	0,5
Maks., µg/kg	33,2	258,1	33,2	258,1	11,7	70,0	0,5	2,9
95-Percentyl, µg/kg	5,8	38,0	6,3	38,8	3,2	20,8	0,4	2,6

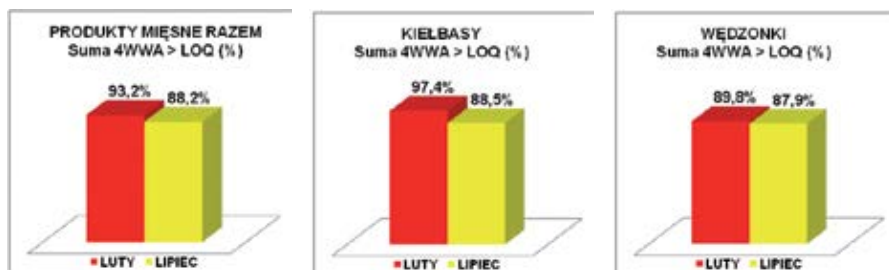
N – liczba badanych próbek

LOQ – 0,5 µg/kg

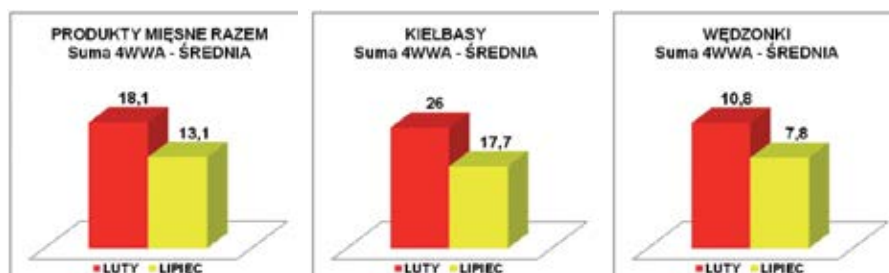
Ocena wyników – limity zawartości WWA obowiązujące od 1 września 2014 r.:

- 37 spośród 144 (25,7%) przebadanych próbek mięsa wędzonego i produktów mięsnych wędzonych tradycyjnie przekracza limity zawartości WWA –
- w tym 31 próbek kielbas, 6 próbek wędzonek;
- 31 spośród 78 (39,7%) przebadanych próbek kielbas przekracza limity;
- 6 spośród 11 (54,5%) przebadanych próbek kabanosów przekracza limity;
- 6 spośród 66 (9,1%) przebadanych próbek wędzonek przekracza limity;
- 2 spośród 15 (13,3%) przebadanych próbek boczków przekracza limity;
- nie wykazano przekroczeń limitów zawartości WWA w 6 badanych próbkach ryb wędzonych.

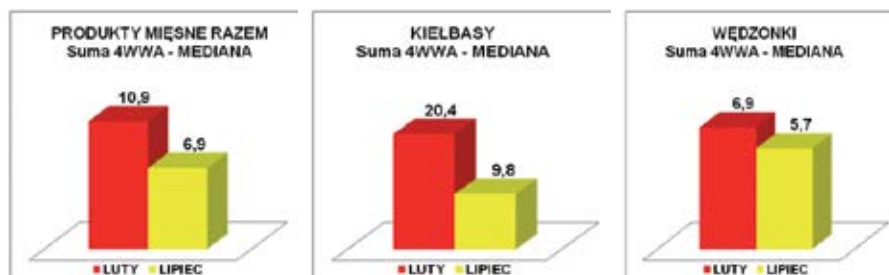
Ryciny 1 – 4 ilustrują porównanie występowania i zawartości WWA w produktach mięsnych wędzonych tradycyjnie w badaniach pilotażowego monitoringu zorganizowanego na zlecenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi przez Głównego Lekarza Weterynarii (luty) i omawianych badań (lipiec). W ramach monitoringu GLW w Zakładzie Farmakologii i Toksykologii PIWet-PIB wykonano badania 135 próbek produktów mięsnych wędzonych pobranych z terenu całego kraju, w tym 76 kielbas i 59 wędzonek. W badaniach na zlecenie CDR Radom wykryto więcej produktów bez obecności WWA, niższe stężenia WWA (średnie, mediany, 95-percentyl) i niższy odsetek wyników przekraczających limity dla WWA. Jest to najpewniej związane z większą znajomością problemu WWA przez producentów i ich działań (badania, szkolenia itp.) w prawie półrocznym odstępie między porównywanymi badaniami.



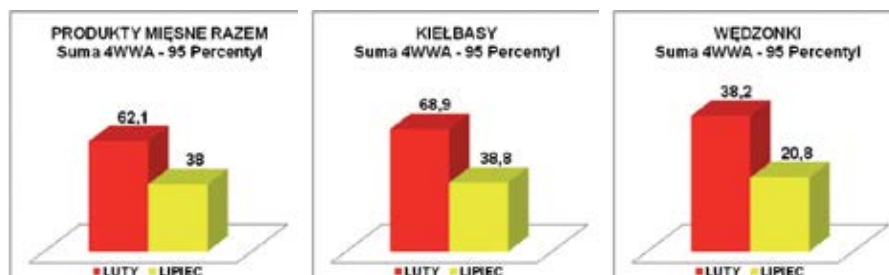
Ryc.1. Produkty mięsne wędzone – porównanie występowania WWA



Ryc.2. Produkty mięsne wędzone – porównanie zawartości WWA (średnie)



Ryc.3. Produkty mięsne wędzone – porównanie zawartości WWA (mediany)



Ryc.4. Produkty mięsne wędzone – porównanie zawartości WWA (95-percentyl)

## Wpływ parametrów wędzenia na zawartość WWA w kielbasach

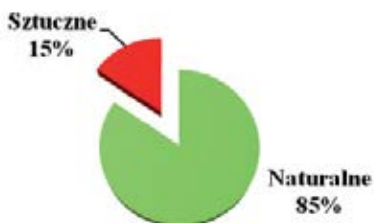
Obecność WWA w produktach pochodzenia zwierzęcego poddanych procesowi wędzenia jest wynikiem samego procesu i warunków jego prowadzenia. Jeżeli proces wędzenia nie jest odpowiednio kontrolowany może prowadzić do znacznego zanieczyszczenia żywności. Krytycznymi parametrami są: temperatura, czas, gatunek drewna, typ kontroli nad dymem (naturalne spalanie lub generatory), wilgotność oraz sama konstrukcja i rodzaj wędzarni.

W oparciu o statystyczne opracowanie wyników, w którym wykazano że najwyższe stężenia WWA i najwyższy odsetek przekroczeń limitów WWA występuje w próbkach kielbas, podjęto próbę analizy wpływu poszczególnych parametrów wędzenia dla tej grupy produktów. Analizę przeprowadzono w oparciu o wyniki zawartości sumy 4WWA.

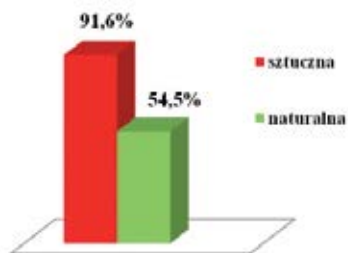
### Rodzaj osłonki

Najczęściej stosowaną przy produkcji kielbas osłonką jest osłonka naturalna, którą wskazano w opisie 66 na 78 próbek kielbas. Odsetek kielbas spełniających limity zawartości sumy 4WWA w przypadku zastosowania sztucznej osłonki jest większy, ale osłonka tego typu stosowana jest w niewielu przypadkach (tylko w 12 na 78 badanych próbek kielbas).

Rodzaj osłonek stosowanych przy produkcji kielbas



Odsetek próbek kielbas spełniających limity zawartości sumy 4WWA w zależności od osłonki

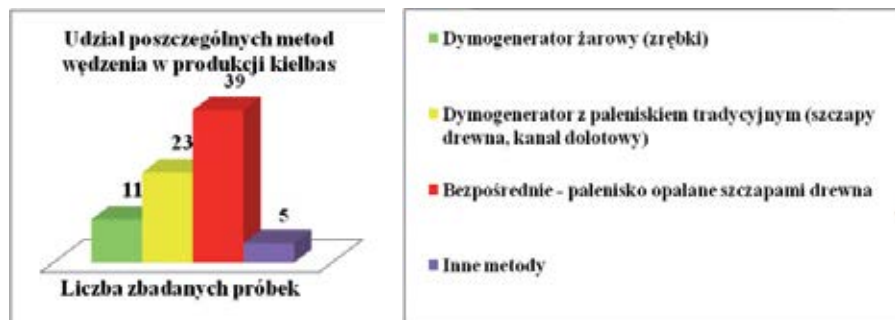


### Metoda wędzenia

Kolejnym z istotnych parametrów charakteryzujących proces wędzenia jest sposób generowania dymu w wędzarni.

Najczęstszym sposobem generowania dymu w trakcie produkcji tradycyjnie wędzonych produktów mięsnych, stosowanym w około 51% przypadków, jest palenisko usytuowane bezpośrednio pod wędzonym produktem, w którym spalane są szczapy drewna. Metodę wędzenia pośredniego z dymoge-

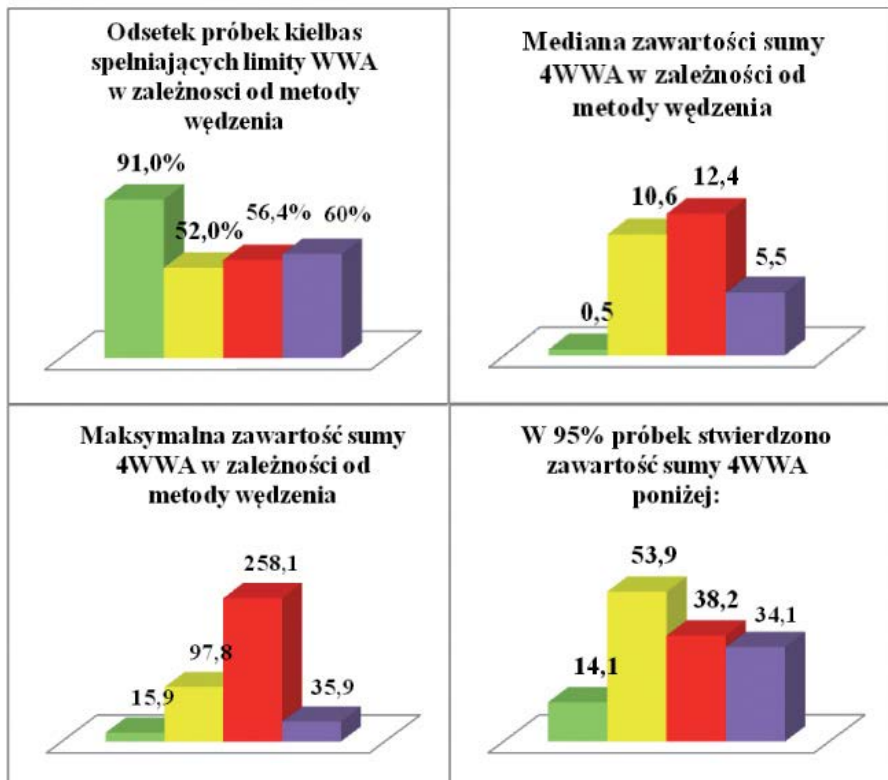
neratorem tradycyjnym, czyli palenisko opalane szczapami drewna oddalone od wędzonego produktu kanałem dolotowym, stosowano w około 29% przypadków. Dymogenerator żarowy producenci stosowali jedynie w około 14% wyrobów mięsnych wędzonych tradycyjnie. W pięciu przypadkach stosowano połączone metody wędzenia bezpośredniego i pośredniego.



Szczegółowy wpływ sposobu generowania dymu na wyniki w grupie kielbas przedstawiony został na poniższych wykresach. W odniesieniu do limitów zawartości WWA w kielbasach nie ma większej różnicy pomiędzy wędzeniem bezpośrednim a pośrednim z tradycyjnym oddalonym paleniskiem, w obydwu przypadkach odsetek próbek spełniających nowe limity jest nie większy niż 52%. Dymogenerator żarowy dzięki automatycznemu sterowaniu procesem wędzenia zapewnił wysoką zgodność (91% próbek) zawartości WWA z limitami.

W odniesieniu do stwierdzanych poziomów zawartości sumy 4WWA w zależności od sposobu generowania dymu należy stwierdzić, iż najkorzystniejsze parametry tj. wartość mediany, 95-percentyl i maksymalna zawartość dotyczą metody wędzenia z użyciem dymogeneratorsa żarowego z zastosowaniem zrębków wędzarniczych. Szczególnie wysokie niebezpieczne stężenia WWA stwierdzono w przypadku bezpośredniego wędzenia kielbas. Mediana zawartości WWA w przypadku metody bezpośredniej i pośredniej z paleniskiem tradycyjnym jest zbliżona.

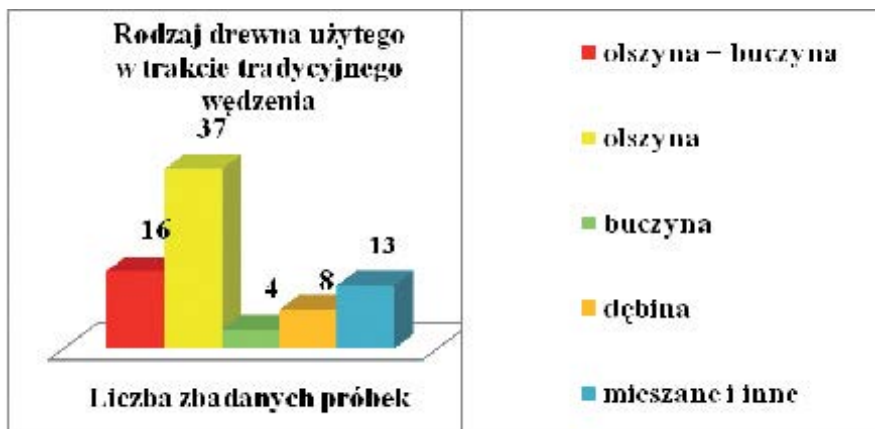




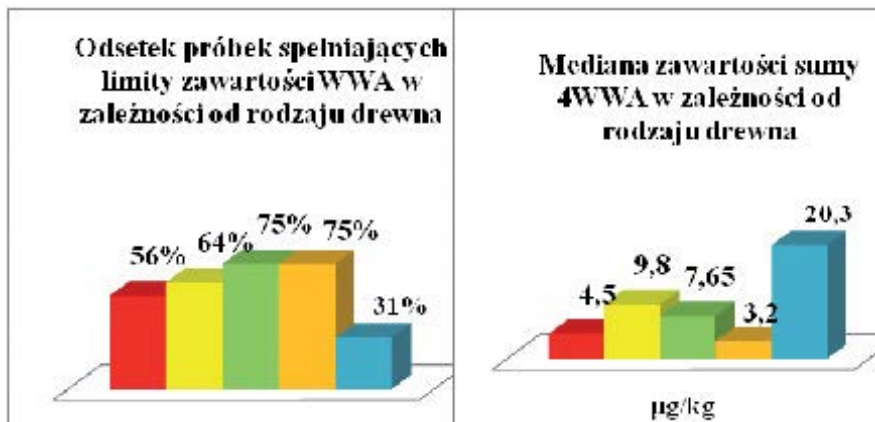
Sytuacja w grupie kielbas wędzonych tradycyjnie bezpośrednio nad paleniskiem, czyli w najliczniejszej grupie produktów odpowiadającej 51% przebadanych próbek charakteryzuje właściwie sytuację w całej grupie kielbas jako produktów mięsnych wędzonych tradycyjnie. W 95% przebadanych próbek stwierdzono stężenie poniżej zawartości sumy 4WWA równej 38,2  $\mu\text{g}/\text{kg}$  – tak jak dla próbek kielbas badanych w całym kraju (38,8  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ). Mediana wyników dla kielbas wędzonych bezpośrednio nad paleniskiem jest wyższa niż mediana zawartości sumy 4WWA dla całego kraju i wynosi 12,4  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Podsumowując około połowa (56%) kielbas wędzonych bezpośrednio nad paleniskiem spełnia limity zawartości sumy 4WWA, jest to jednak również jednoznaczne z faktem, że co druga kielbasa w Polsce po 1 września 2014 r. nie będzie spełniała europejskich norm zawartości WWA.

## Gatunek używanego drewna

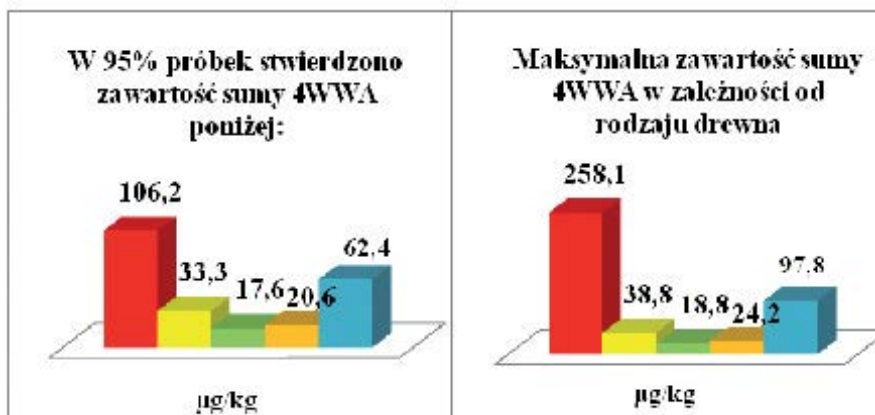
Kolejnym istotnym parametrem opisującym proces wędzenia jest rodzaj drewna zastosowanego do generowania dymu. Rodzaj drewna użytego w trakcie wędzenia przeanalizowano łącznie dla wszystkich badanych próbek wędzonych tradycyjnie kielbas. Najczęściej stosowanym drewnem było drewno olchowe bowiem producenci zastosowali ten rodzaj drewna w ponad 47% przypadków. Mieszaninę drewna olchowego i bukowego do generowania dymu stosowano w 20% produktów. Najmniej stosowanym drewnem było drewno bukowe (5%) i dębowe (10%). Często stosowana była mieszanka szczap olchy, dębu lub buku z dodatkiem innego rodzaju drewna tj. grab, jawor, leszczyna, klon lub drewno drzew owocowych (17% kielbas). Producenci kielbas w 90% przypadków stosowali drewno sezonowane od kilku do kilkunastu miesięcy.



Drewnem pozwalającym na uzyskanie próbek kielbas z zawartością sumy 4WWA w największym stopniu zgodną z limitami jest dębina i buczyna, dwie na trzy kielbasy wędzone z zastosowaniem tego drewna spełniają limity. W odniesieniu do limitów zawartości przydatnym drewnem jest również drewno olchowe, które w 64% przebadanych próbek również pozwalało na nieprzekroczenie obowiązujących limitów. Spalanie w trakcie wędzenia mieszanych wymienionych gatunków drewna z dodatkiem innych prowadzi do odsetka zgodności badanych próbek kielbas z limitami tylko na poziomie tylko 31%.

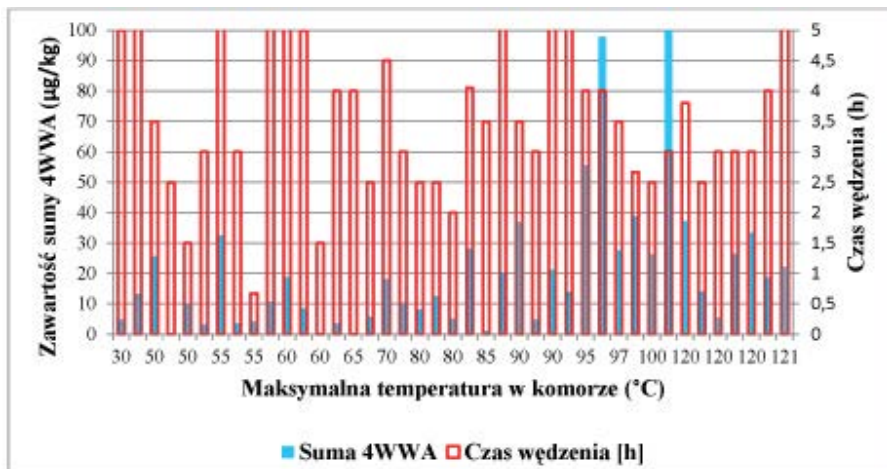


Profile przedstawiające zarówno medianę, 95-percentyl jak i maksymalną zawartość zawartości sumy 4 WVA w zależności od zastosowanego drewna do wędzenia kielbas kształtują się analogicznie i jednoznacznie wskazują na największą przydatność w tym zakresie drewna dębowego. Szczególnie niekorzystnie na tle powyższego zestawienia wypada mieszanina różnych gatunków drewna, której zastosowanie w trakcie wędzenia prowadzi do znacznie większej zawartości sumy 4WVA niż drewno dębowe.



## Temperatura i czas wędzenia

Ostatnim kluczowym parametrem procesu wędzenia jest temperatura i czas wędzenia. Zestawiono wyniki zawartości WWA w próbkach kielbas wędzonych bezpośrednio i pośrednio nad paleniskiem opalanym szczapami drewna.



Powyżej wytyczono wykres opisujący zależności pomiędzy maksymalną temperaturą komory w czasie procesu oraz pomiędzy czasem wędzenia a zawartością sumy 4 WWA w wędzonych tradycyjnie kielbasach. Należy stwierdzić, że kluczowym elementem wpływającym na zwiększenie zawartości WWA w kielbasie jest maksymalna temperatura dymu a nie czas wędzenia. Im wyższa jest temperatura dymu, tym zawartość WWA jest wyższa. W kwestii wytyczenia temperatury dymu i temperatury komory, które gwarantowałyby spełnienie limitów zawartości WWA w produktach mięsnych zbyt mało jest danych.

Nasuwać się wnioski, że krytyczne elementy wpływające na podwyższenie zawartości WWA w żywności wędzonej tradycyjnie to rodzaj żywności, metody wędzenia, rodzaj drewna i temperatura. Dalsze badania nad wpływem poszczególnych parametrów wędzenia na zawartość WWA w żywności pochodzenia zwierzęcego powinny być kontynuowane.

Podsumowując należy stwierdzić, że proces wędzenia tradycyjnego jest procesem złożonym, w którym kluczową rolę odgrywa kombinacja wszystkich omówionych powyżej parametrów wędzenia. Uzyskany w ramach działań

Ministra Rolnictwa trzyletni okres odstępstwa dla tej szczególnej grupy produktów powinien być wykorzystany na doskonalenie procesu wędzenia w połączeniu z bieżącymi badaniami zawartości WWA w tych produktach.

### Wyniki badań zawartości WWA w produktach wędzonych tradycyjnie

Rodzaj i region otrzymanych do badań próbek					Stężenia wyrażone w µg/kg				
Lp.	Województwo	Powiat	Nr próbki	Nazwa produktu	BaA	Ch	BbF	BaP	Suma 4WWA
1	Dolnośląskie	kłodzki	1	Szynka wędzona	5,1	4,9	1,5	1,6	13,1
2	Dolnośląskie	kłodzki	2	Boczek wędzony	13,8	13,1	5,8	5,6	38,3
3	Dolnośląskie	kłodzki	3	Kiełbasa firmowa	13,7	13,8	3,3	3,8	34,6
4	Dolnośląskie	kłodzki	1	Szynka wp. wędzona	1,0	0,8	<0,5	<0,5	1,8
5	Dolnośląskie	kłodzki	2	Kiełbasa śląska	4,5	3,5	1,0	1,0	10,0
6	Dolnośląskie	kłodzki	3	Kiełbasa jałowcowa	11,7	9,2	2,4	2,3	25,6
7	Kujawsko-Pomorskie	żniński	1	Ogonówka	3,8	3,6	1,6	1,8	10,8
8	Kujawsko-Pomorskie	żniński	2	Kabanos	4,8	5,1	2,0	1,4	13,3
9	Kujawsko-Pomorskie	żniński	3	Szynka pieczona	2,2	2,2	0,7	0,6	5,7
10	Lubelskie	puławski	1	Kiełbasa cienka	4,9	4,8	4,4	5,1	19,2
11	Lubelskie	puławski	2	Kiełbasa szynkowa	1,7	1,7	0,8	0,8	5,0
12	Lubelskie	puławski	3	Baleron wędzony	1,9	1,9	1,0	0,8	5,6
13	Lubelskie	lubelski	1	Kiełbasa swojska krajana	22,8	18,2	6,4	8,2	55,6
14	Lubelskie	lubelski	2	Kiełbasa swojska krajana	11,2	10,1	3,0	3,2	27,5
15	Lubelskie	lubelski	3	Kiełbasa swojska krajana	35,1	30,6	15,1	17	97,8
16	Lubelskie	biłgorajski	1	Kabanosy	9,3	24	2,7	2,8	38,8

17	Lubelskie	biłgorajski	2	Kiełbasa wiejska	9,4	9,6	3,9	<b>3,3</b>	<b>26,2</b>
18	Lubelskie	biłgorajski	3	Szynka eko	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>
19	Lubelskie	łukowski	1	Kiełbasa podwawelska	4,5	3,4	1,3	<b>1,2</b>	<b>10,4</b>
20	Lubelskie	łukowski	2	Boczek wędzony	1,3	1,3	0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>3,1</b>
21	Lubelskie	łukowski	3	Szynka	5,1	3,6	2,1	<b>3,1</b>	<b>13,9</b>
22	Lubelskie	puławski	1	Kiełbasa wiejska	8,9	9,8	2,8	<b>2,7</b>	<b>24,2</b>
23	Lubelskie	puławski	2	Szynka wędz. parzona	2,7	2,8	0,6	<b>0,6</b>	<b>6,7</b>
24	Lubelskie	puławski	3	Boczek wędzony	2	2,5	0,5	<b>0,5</b>	<b>5,5</b>
25	Lubuskie	strzelecko-drezdeński	1	Szynka pieczona	2,7	2,4	0,9	<b>1,0</b>	<b>7,0</b>
26	Lubuskie	strzelecko-	2	Kabanosy	9,8	9,1	1,6	<b>1,6</b>	<b>22,1</b>
27	Lubuskie	strzelecko-drezdeński	3	Kiełbasa oławska	1,5	1,4	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>2,9</b>
28	Lubuskie	wschowski	1	Kiełbasa śląska	1,4	1,1	0,5	<b>0,5</b>	<b>3,5</b>
29	Lubuskie	wschowski	2	Kiełbasa myśliwska	5,0	5,2	1,6	<b>2,1</b>	<b>13,9</b>
30	Lubuskie	wschowski	3	Kiełbasa szynkowa	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>
31	Łódzkie	wieluński	1	Kiełbasa chłopska	3,0	2,5	0,6	<b>0,9</b>	<b>7,0</b>
32	Łódzkie	wieluński	2	Szynka felinowska	1,2	0,8	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>2,0</b>
33	Łódzkie	wieluński	3	Poładwica delikatesowa	2,1	1,7	0,5	<b>1,0</b>	<b>5,3</b>
34	Łódzkie	zgierski	1	Kiełbasa wiejska	1,8	1,9	0,7	<b>0,8</b>	<b>5,2</b>
35	Łódzkie	zgierski	2	Szynka wiejska	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>
36	Łódzkie	zgierski	3	Poładwica	1,0	1,1	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>2,1</b>
37	Łódzkie	piotrkowski	1	Szynka wiejska	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>
38	Łódzkie	piotrkowski	2	Kabanosy	6,4	4	0,8	<b>1,0</b>	<b>12,2</b>
39	Łódzkie	piotrkowski	3	Kiełbasa pieczona	5,2	4	1,4	<b>1,8</b>	<b>12,4</b>

40	Łódzkie	zgierski	1	Bekon domowy	1,0	1,2	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>2,2</b>
41	Łódzkie	zgierski	2	Kiełbasa krakowska	<0,5	0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>0,5</b>
42	Łódzkie	zgierski	3	Kiełbasa chłopska	1,1	1,3	0,5	<b>0,7</b>	<b>3,6</b>
43	Małopolskie	krakowski	1	Kiełbasa wiejska Natura	14,7	10,2	4,0	<b>4,4</b>	<b>33,3</b>
44	Małopolskie	krakowski	2	Kabanos wp.-cielęcy	91,8	101	32,6	<b>33,2</b>	<b>258,1</b>
45	Małopolskie	krakowski	3	Poładwica lisiecka	3,8	4,4	0,9	<b>1,2</b>	<b>10,3</b>
46	Małopolskie	krakowski	1	Kiełbasa lisiecka	12,3	10	8,2	<b>6,7</b>	<b>37,2</b>
47	Małopolskie	krakowski	2	Szynka	7,7	6,8	2,6	<b>3,2</b>	<b>20,3</b>
48	Małopolskie	krakowski	3	Krakowska sucha	7,4	6,1	2,6	<b>2,6</b>	<b>18,7</b>
49	Małopolskie	krakowski	1	Kiełbasa wiejska	11,7	11	2,0	<b>1,7</b>	<b>26,4</b>
50	Małopolskie	krakowski	2	Kiełbasa tradycyjna	2,6	2,2	<0,5	<b>0,6</b>	<b>5,4</b>
51	Małopolskie	krakowski	3	Szynka wiejska	2,1	1,8	0,6	<b>0,9</b>	<b>5,4</b>
52	Małopolskie	krakowski	1	Baleron wędzony	5,2	6,0	1,8	<b>1,6</b>	<b>14,6</b>
53	Małopolskie	krakowski	2	Sopocka wędzona	6,8	9,2	2,4	<b>2,6</b>	<b>21</b>
54	Małopolskie	krakowski	3	Kiełbasa wiejska	14,1	13,7	4,4	<b>4,7</b>	<b>36,9</b>
55	Mazowieckie	radomski	1	Poładwica zdziechow-ska	2,5	2,6	0,9	<b>0,9</b>	<b>6,9</b>
56	Mazowieckie	radomski	2	Boczek wędzony	2,6	3,1	0,8	<b>1,1</b>	<b>7,6</b>
57	Mazowieckie	radomski	3	Szynka wędzona	0,8	0,8	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>1,6</b>
58	Mazowieckie	sierpecki	1	Szynka z dom. spiżarni	0,7	0,7	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>1,4</b>
59	Mazowieckie	sierpecki	2	Kiełbaski szynkowe	1,3	1,0	<0,5	<b>0,5</b>	<b>2,8</b>
60	Mazowieckie	sierpecki	3	Baleron tradycyjny	1,0	1,0	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>2,0</b>

61	Mazowieckie	nowo- dworski	1	Szynka wiejska	1,5	1,7	0,6	<b>0,7</b>	<b>4,5</b>
62	Mazowieckie	nowo- dworski	2	Szynka z indyka	1,2	1,2	0,6	<b>0,6</b>	<b>3,6</b>
63	Mazowieckie	nowo- dworski	3	Kielbasa tradycyjna	2,0	2,1	0,6	<b>1,0</b>	<b>5,7</b>
64	Mazowieckie	radomski	1	Kielbasa wiejska	11,2	10,9	2,6	<b>3,5</b>	<b>28,2</b>
65	Mazowieckie	radomski	2	Szynka	2,8	2,8	1,2	<b>1,4</b>	<b>8,2</b>
66	Mazowieckie	radomski	3	Baleron	3,6	3,4	2,0	<b>1,9</b>	<b>10,9</b>
67	Opolskie	oleski	1	Kielbasa śląska	1,3	1,3	0,5	<b>0,5</b>	<b>3,6</b>
68	Opolskie	oleski	2	Kielbasa żywiecka	<0,5	0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>0,5</b>
69	Opolskie	oleski	3	Boczek wędzony	1,5	1,2	0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>3,2</b>
70	Opolskie	nyski	1	Kielbasa toruńska	7,4	7,3	2,2	<b>2,7</b>	<b>19,6</b>
71	Opolskie	nyski	2	Kielbasa polska	3,8	4,1	0,9	<b>1,0</b>	<b>9,8</b>
72	Opolskie	nyski	3	Kielbasa czosnkowa	3,9	3,6	1,1	<b>1,2</b>	<b>9,8</b>
73	Podkarpackie	łańcucki	1	Kielbasa Markowska sucha	8,9	7,4	2,0	<b>2,0</b>	<b>20,3</b>
74	Podkarpackie	łańcucki	2	Kielbasa Markowska	7,8	7,8	2,7	<b>2,8</b>	<b>21,1</b>
75	Podkarpackie	łańcucki	3	Boczek wędzony	4,9	4,6	0,9	<b>0,9</b>	<b>11,3</b>
76	Podkarpackie	lubaczow- ski	1	Kielbasa żywiecka	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>
77	Podkarpackie	lubaczow- ski	2	Szynka wp.gotowana	2,1	2,1	<0,5	<b>0,5</b>	<b>4,7</b>
78	Podkarpackie	lubaczow- ski	3	Kielbasa zwyczajna	0,9	0,8	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>1,7</b>
79	Podkarpackie	lubaczow- ski	1	Kielbasa swojska	3,7	3,9	2,5	<b>3,9</b>	<b>14,0</b>
80	Podkarpackie	lubaczow- ski	2	Szynka	2,1	2,2	0,8	<b>0,8</b>	<b>5,9</b>
81	Podkarpackie	lubaczow- ski	3	Boczek	4,4	4,2	1,5	<b>1,4</b>	<b>11,5</b>



82	Podkarpackie	jasielski	1	Kielbasa zwyczajna	1,7	1,7	0,6	<b>0,7</b>	<b>4,7</b>
83	Podkarpackie	jasielski	2	Kielbasa jałowcowa	7,4	7,2	1,8	<b>2,4</b>	<b>18,8</b>
84	Podkarpackie	jasielski	3	Kabanosy wp.	4,1	3,8	1,3	<b>1,4</b>	<b>10,6</b>
85	Podlaskie	moniecki	1	Szynka wędzona	3,7	3,5	1,4	<b>1,3</b>	<b>9,9</b>
86	Podlaskie	moniecki	2	Boczek wędzony	5,1	5	1,7	<b>1,7</b>	<b>13,5</b>
87	Podlaskie	moniecki	3	Baleron wędzony	2,8	2,8	1,2	<b>1,0</b>	<b>7,8</b>
88	Podlaskie	siemia- tycki	1	Szynka tradycyjna	2,6	2,7	0,7	<b>0,8</b>	<b>6,8</b>
89	Podlaskie	siemia- tycki	2	Baleron	8,8	8,4	3,1	<b>3,6</b>	<b>23,9</b>
90	Podlaskie	siemia- tycki	3	Boczek	2,8	3,1	0,8	<b>0,8</b>	<b>7,5</b>
91	Podlaskie	białostocki	1	Łasuszki	2,6	2,5	0,9	<b>1,4</b>	<b>7,4</b>
92	Podlaskie	białostocki	2	Poledwica- kolekcja natura	3,5	3,8	1,2	<b>1,4</b>	<b>9,9</b>
93	Podlaskie	białostocki	3	Kielbasa rosyjska	0,6	0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>1,1</b>
94	Podlaskie	sokólski	1	Kielbasa swojska	4,8	5,7	2,8	<b>2,6</b>	<b>15,9</b>
95	Podlaskie	sokólski	2	Poledwica swojska	1,3	1,6	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>2,9</b>
96	Podlaskie	sokólski	3	Szynka swojska	1,4	1,8	0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>3,7</b>
97	Podlaskie	suwalski	1	Szynka wędzona	4,8	3,9	1,0	<b>1,1</b>	<b>10,8</b>
98	Podlaskie	suwalski	2	Boczek wędzony	2,5	2,3	0,6	<b>0,8</b>	<b>6,2</b>
99	Podlaskie	suwalski	3	Kielbasa swojska	12,7	12,2	3,4	<b>3,5</b>	<b>31,8</b>
100	Pomorskie	kościerski	1	Kielbasa polska	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>
101	Pomorskie	kościerski	2	Szynka wędzona	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>
102	Pomorskie	kościerski	3	Szynka staropolska	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>

103	Pomorskie	wejherowski	1	Kabanosy	14,5	14,3	4,5	<b>4,8</b>	<b>38,1</b>
104	Pomorskie	wejherowski	2	Kabanosy	5,6	5,9	1,4	<b>1,6</b>	<b>14,5</b>
105	Pomorskie	wejherowski	3	Kielbasa polska pieczona	15,3	12,8	4,8	<b>5,9</b>	<b>38,8</b>
106	Pomorskie	kwidziński	1	Kielbasa krakowska	1,8	1,6	0,9	<b>1,2</b>	<b>5,5</b>
107	Pomorskie	kwidziński	2	Kielbasa jałowcowa	14,7	11,4	4	<b>5,8</b>	<b>35,9</b>
108	Pomorskie	kwidziński	3	Kielbasa myśliwska	11	8,8	2,8	<b>4,4</b>	<b>27</b>
109	Śląskie	częstochowski	1	Frankfurterki	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>
110	Śląskie	częstochowski	2	Kabanosy myśliwskie	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>
111	Śląskie	częstochowski	3	Boczek surowy	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>
112	Śląskie	częstochowski	1	Kielbasa szynkowa	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>
113	Śląskie	częstochowski	2	Kielbasa wiejska	1,2	1,4	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>2,6</b>
114	Śląskie	częstochowski	3	Kabanos	3,8	4,0	0,9	<b>0,9</b>	<b>9,6</b>
115	Świętokrzyskie	buski	1	Kielbasa zborowska	6,3	5,9	2,9	<b>3,0</b>	<b>18,1</b>
116	Świętokrzyskie	buski	2	Boczek wędzony	25,2	23,2	9,9	<b>11,7</b>	<b>70,0</b>
117	Świętokrzyskie	buski	3	Schab wędzony	5,6	5,0	2,4	<b>2,4</b>	<b>15,4</b>
118	Świętokrzyskie	konecki	1	Kielbasa wiejska	2,0	2,0	0,6	<b>0,8</b>	<b>5,4</b>
119	Świętokrzyskie	konecki	2	Kielbasa szynkowa	0,8	0,7	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>1,5</b>
120	Świętokrzyskie	konecki	3	Szynka wiejska	2,3	2,0	0,8	<b>1,0</b>	<b>6,1</b>
121	Świętokrzyskie	konecki	1	Kielbasa cienka swojska	3,7	2,9	0,6	<b>0,9</b>	<b>8,1</b>
122	Świętokrzyskie	konecki	2	Połędwica	0,8	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>0,8</b>

123	Świętokrzyskie	konecki	3	Kielbasa szynkowa	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>
124	Świętokrzyskie	buski	1	Kielbasa swojska	1,7	1,7	0,5	<b>0,6</b>	<b>4,5</b>
125	Świętokrzyskie	buski	2	Wędzonka	2,8	2,6	1,0	<b>1,2</b>	<b>7,6</b>
126	Świętokrzyskie	buski	3	Krakowska	0,5	0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>1,0</b>
127	Warmińsko-Mazurskie	gizycki	1	Poładwica łososiowa	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>
128	Warmińsko-Mazurskie	gizycki	2	Kielbasa polska surowa	0,8	0,7	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>1,5</b>
129	Warmińsko-Mazurskie	gizycki	3	Filet z kurczaka	3,3	3,0	0,9	<b>1,2</b>	<b>8,4</b>
130	Warmińsko-Mazurskie	elbląski	1	Szynka wp.wędzona	1,2	1,2	0,5	<b>0,5</b>	<b>3,4</b>
131	Warmińsko-Mazurskie	elbląski	2	Kielbasa wędzona	1,1	1,1	0,5	<b>0,5</b>	<b>3,2</b>
132	Warmińsko-Mazurskie	elbląski	3	Boczek wędzony	2,1	1,9	0,6	<b>0,6</b>	<b>5,2</b>
133	Wielkopolskie	nowotomyski	1	Frankfurterki	1,8	1,7	0,5	<b>0,7</b>	<b>4,7</b>
134	Wielkopolskie	nowotomyski	2	Boczek wędzony	2,8	2,3	0,8	<b>1,1</b>	<b>7,0</b>
135	Wielkopolskie	nowotomyski	3	Szynka wędzona	1,2	1,1	0,5	<b>0,7</b>	<b>3,5</b>
136	Wielkopolskie	grodziski	1	Kielbasa dziadka Feliksa	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>
137	Wielkopolskie	grodziski	2	Szynka tradycyjna	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>
138	Wielkopolskie	grodziski	3	Kielbasa polska	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>
139	Wielkopolskie	ostrzeszowski	1	Kabanosy	10,9	8,8	6,7	<b>6,2</b>	<b>32,6</b>
140	Wielkopolskie	ostrzeszowski	2	Szynka z ziołami	1,0	1,0	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>2,0</b>
141	Wielkopolskie	ostrzeszowski	3	Parówki cienkie wieprzowe	1,5	1,3	0,7	<b>0,6</b>	<b>4,1</b>
142	Zachodniopomorskie	szczeciński	1	Baleron	0,6	0,7	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>1,3</b>

143	Zachodniopomorskie	szczeciński	2	Schab wędzony	0,6	0,6	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>1,2</b>
144	Zachodniopomorskie	szczeciński	3	Kielbasa krucha parzona	3,3	2,9	1,2	<b>1,1</b>	<b>8,5</b>
145	Dolnośląskie	kłodzki	1	Makrela wędzona	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>
146	Dolnośląskie	kłodzki	2	Dorsz atlantycki	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>
147	Dolnośląskie	kłodzki	3	Pstrąg wędzony	<0,5	<0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,5</b>
148	Zachodniopomorskie	szczeciński	1	Sieja	0,8	0,7	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>1,5</b>
149	Zachodniopomorskie	szczeciński	2	Sielawa	1,3	1,1	<0,5	<b>0,5</b>	<b>2,9</b>
150	Zachodniopomorskie	szczeciński	3	Węgorz	0,5	0,5	<0,5	<b>&lt;0,5</b>	<b>1,0</b>



*stężenia przekraczające limity obowiązujące od 01-09-2014 (BaP 2  $\mu\text{g}/\text{kg}$  oraz suma 4WWA 12  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )*

*stężenia przekraczające limity obowiązujące do 31-08-2014 (BaP 5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  oraz suma 4WWA 30  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )*